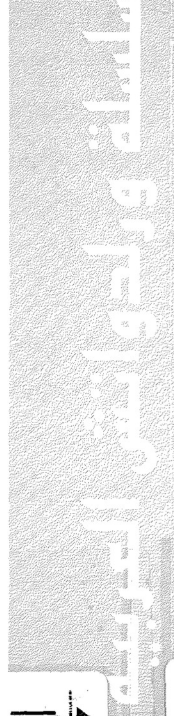
معهد مراقبة البيئة العالمية
(ورلدواتش)
124



ثورة فى عالم البناء

كيف تؤثر الاحتمالات البيئية والصحية على الإنشاءات

تأليف
داڤيد مالين رودمان
نيكولاس لينسين

ترجمة
شويكار ذكى



الدار الدولية للنشر والتوزيع

معهد مراقبة البيئة العالمية
(ورلدواتش)
124

ثورة فى عالم البناء

كيف تؤثر الاهتمامات البيئية والصحية على الإنشاءات

تأليف

داقيد مالين رودمان و نيكولاس لينسين

ترجمة

شويكار ذكى



الدار الدولية للنشر والتوزيع
القاهرة - ج. م. ع.

Worldwatch Paper 124 - A BUILDING REVOLUTION: How Ecology and Health Concerns Are Transforming Construction by David Malin Roodman and Nicholas Lenssen.
ISBN 1-878071-25-4

ثورة فى عالم البناء

كيف تؤثر الاهتمامات البيئية
والصحية على الإنشاءات

رقم الإيداع

96/10243
I. S. B. N.
911-282-082-5

الطبعة الأولى 1997 م

الدار الدولية للنشر والتوزيع

8 إبراهيم العرابى - النزهة الجديدة - مصر الجديدة - القاهرة - ج. م. ع.
تليفون : 2993221 - 2990970 / فاكس: 2990970 / 00202

تم صف وإخراج وتجهيز هذا الكتاب بقسم الكمبيوتر «بالدار الدولية للنشر والتوزيع»

المحتويـــات

الجداول والاشكال :



إن المبانى الحديثـة، مثلها مثل أى نتاج فى الحضارة الصناعـية، تُعد إنجازاً عظيماً لا يمكن تقدير تكلفته. كما حققت هذه المبانى ــ فى الوقت الحاضر ــ حيـاة أسهل للكثير من بنى البـشر. ولكن أسلوب تشيـيدها واستخـدامها يعكس الكثيـر من الأضرار على البيئـة ويهدد بتدهور صلاحـية هذا الكوكب لسكنى الكائنات الحـية. وتقدر الكمـيات التى تستـغلها هذه المـبانى ــ من الموارد الطبيـعية ــ بسدس الميـاه العذبة فى العالم، و25٪ من مـحصـول الأخشاب، و40٪ من إنتاج المواد والطاقة. وقد أدى هذا الاستغلال الضخم إلى آثار جانبية ضخمة مثل: التصـحر، وتلوث الهواء والماء، واستنفاد طبقة الأوزون فى الغـلاف الجوى، واحـتـمال التـعـرض لزيادة دفء هذا الكون. وبالإضافة إلى ذلك فإن ما يقرب من 30٪ من المبانى الجديدة أو التى أعيد تجـديدها تعانى من «مـتلازمـة البناء المـريض» ــ ممـا يعرض سـاكنى هذه المبانى ــ الذين يقضون حوالى 90٪ من حياتهم داخلها ــ إلى استنشاق هواء غير صحى [1].

إن الضـرر الناتج من المـبـانى ــ على عـكس التلوث الصـادر من العـربات والمصـانع والذى أصبح مصدر جـدال ومعارك إقليـمية فى الكثيـر من أنحاء العالم ــ قد يحتاج إلى الكثير من الفحص والتدقيق. ومن الأشياء التى تدعو إلى السخـرية أن المشكلات الخـاصة بهـذه المبانى من السـهل إصلاحـها. وهناك العديـد من الأساليب المؤثرة فى التـكلفة لتجنب مـعظم التلف الذى ينتج عن التشييد الحديث، مع الاحتفاظ بالدقـة والراحة والمتعة التى يتوقعها الناس من المبانى الحديثة. ويوجد، على سبيل المثال، فى الدول الصناعية،

مكيفـات للهواء وثلاجـات بدون مواد كـيماوية تسـاعد على استنفاد طبـقة الأوزون. ومن الأشياء المـثيرة أيضاً، وإن كـانت أقل شيوعاً، وجـود مبانى تستـخدم 2.5٪ فقط من طاقة التدفئة التى تستخـدمها المبانى التقليدية. كما توجد أيضاً بعض المـبانى الحديثة المشـيَّدة من الكتل الترابية غير المـخبوزة والتى ينتج عنها 0.2٪ فقط من التلوث الذى ينتج عن صنع الطوب.

ومن المشـجع، بل ومن المثيـر أيضاً، أن المبانى الأفـضل للبيئـة هى أيضاً الأفضل لمعيشة الإنسان.

وقد أظهرت بعض الأمثلة ما يلى:

- أدى إدخال بعض التحسينات على المساكن متوسطة المستوى فى مـدينة دالاس بولاية تكساس إلى تـخفـيض فواتيـر المنافع تخفـيضاً كبـيراً وصل إلى 450 دولاراً لكل مـبـنى عن طريق تركيب أجهزة تدفـئة شمسية ذات كـفاءة عالية، والتى أدت إلى زيادة مـقـدارها 13 دولاراً فـقط، سنوياً، على أقسـاط رهن العقار.

- استخدمت أحد البنوك الحديثة الرئيسية فى أمستردام طاقة أقل بمـقدار 90٪ فى المتر المكعب عن العـام السابق. وقد تكلف

بنـاء ذلك 0.7 مليون دولار ولكنه أدى إلى توفـير 2.4 مليـون دولار سنوياً، وانخفضت نسبة تغـيب الموظفين مما أدى أيضاً إلى توفير مليون دولار سنوياً.

- أنفقت أحـد الهيـئات البريديـة الأمريكية بمـدينة رينو بولاية نيــفـادا 300,000 دولار لتـحسـين الإضاءة، وقـد أدى ذلك بالتالى، إلى توفير مبلغ 50,000 دولار سنوياً فى الكهرباء. كما زادت إنتاجية العمالة والتى وفرت مبلغ 500.000 دولار سنوياً.

- ارتفعت قيـمة المنازل فى مدينة دافيز بولاية كاليـفورنيا والتى استخدمت التدفئة الشمـسية وممرات للدراجات، بنسبة 12٪ عما يجاورها من منازل تقليدية.

- أبدى أحـد السكان فى هولندا ـــ والذى يقطن بمـبـنى تابع لأحد مشروعات الإسكان التى تهتم بالكفاءة فى استخدام الطاقة والماء وأيضـاً استـخدام المـواد غير السـامة ـ شكره وامـتنانه العمـيق لشفـاء ابنه من نوبـات الربو العنيـفة بعد انـتقـالهم إلى هذا المـبنى وصـرح قـائلاً: «بأننا نـرغب فى العـيش هنا إلى الأبد» (2).

ومن الواضح أن العـاملين فى صناعـة البناء ـ من مـصـمـمين، ومـمـولين ومطورين ومقاولين ـ يلعبون دوراً حيوياً فى خلق مجتمع متواصل. والسؤال

الهام الذى يجب طرحه هو: هل ستبدأ هذه الصناعة فى العمل بسرعة كافية؟ ففى المائة عـام الماضية ارتفعت نسـبة ثانى أكسيد الكربون فى الهـواء بنسبة 27٪، جاء ربعـها من حرق الوقـود الحفرى لتزويد المـبانى بالطاقة. ومـما لاشك فـيه أن تزايد هذه النسـبـة يهدد النظم البـيـئيـة، والزراعة، وأمـاكن الاستيطان البشـرى ذات الحرارة العالية، كما غير من أنمـاط الجو المعتادة. كما اختـفت حالياً 20٪ من الغابات الطبيعية. ويسـتمر حتى الآن فى جميع أنحاء العـالم، صب كميـات ضخمة من الملوثات فـى الهواء والماء نتيـجة عمليـات استخراج النحـاس، والبوكسايـت، والحديد الخام والتى تستـخدم كمواد للبناء. وتتزايد هذه العمليـات بشكل ملحوظ، علماً بأن الأضرار التى حدثت والتى قد تحدث لا يمكن إصلاحها [3].

ومن الأسباب الهـامة للرغبة فى التـغيير بسـرعة فى قطاع البناء يرجع إلى أن المبانى تدوم لأزمنة طويلة؛ وبمجرد الانتهاء من الإنشاء، فإن محاولة خفض طاقة هذه المنشأة وتقليل اسـتخدام المياه وتحسين جودة الهـواء، يصبح أكثر صعوبة وأكثر تـكلفة مما لو تم تصميمهـا منذ البداية. ومن منطلق الغموض الذى يكتنف بعض المشكـلات مثل زيادة دفء الأرض فإن المبـدأ الوقائى ــ أى الفكرة البـسيطة المـحافظة التى تقـول بأن هناك بعض المخـاطر التى لا تستحق الخوض فيهـا ــ ينادى بضرورة اتخاذ إجراء فورى بدلاً من انتظار رد الفعل فى المستقبل.

وقد أكـدت الزيادة الملحوظة فى عـالم البناء والسكان فى الدول الناميـة مثل

الأرجنتين، والصين، والهند، وتركيا، على الحاجة الملحة لتحسين المبانى. فهناك ما يقرب من 2 بليون شخص يعيشون ويعملون، حالياً، فى أبنية كثيفة الموارد، وسيزيد تعداد هؤلاء الأشخاص إلى 8 بليون شخص بعد مرور 50 عاماً من اليـوم. وقد تزداد المشكلات البيئـية الحالية استفـحالاً إذا لم يعمل المجتـمع على تغيير أسلوب إنشاء المنازل وأمـاكن العمل. ولن يستطيع أى مبنى ــ مهما حَسُن بنائه ــ على حماية قاطنيه من هذه الآثار [4].

إن ظهور ناطحات السحاب، والمبـانى السكنية شاهقة الارتفاع والمنازل ذات طابع الضواحى، فى جميع أنحـاء العالم، تعد فرصة مواتية لتـخفيض فرض الضرائب على المبانى . ويجب أن تؤكـد الدول الصناعية على أنه فى الوقت الذى تقوم فـيه ببناء منشآت جـديدة وتجديد المنشـآت القديمة تحـاول دائماً تجنب الأخطاء القديمة. وتستطيع الدول النامية تجنب تقليد الدول التى بدأت مبكراً فى مـجال الصناعـة، بل وفى إمكانها أيضاً التـفوق عليـها باستـخدام تقنيات بيئية عالية، ينبع بعضها من تقاليدها المعمارية المحلية. كما يمكنها، أثناء ذلك إعادة ترتـيب مفاهيـمها الخـاصة بالبناء المـتقدم والمـتطور وأيضاً الفطرى والبدائى.

وحيث أن المبانى والمنـشآت ترتبط بكل شخص، لذلك يجب على كل من يهمهم الأمر الإسهام فى تقليل تأثير الصناعة على البيئة وعلى صحة الإنسان. وفى إمكان الحكومات، والمعلمـين، والمستثمرين، والمسـتهلكين تقديم يد

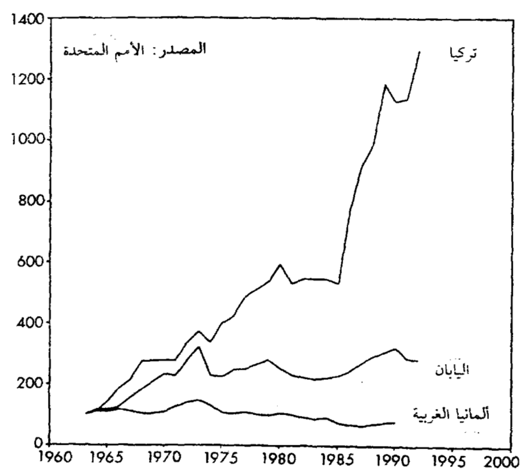
العون إلـى صناعة البناء لتـغيـير مسـارها عن طريق وضع سـياسـات أفضل وقرارات استثمارية أكثر كفاءة. وسوف يؤكد المجهود المنسق بين جميع هذه الأطراف استطاعة الإنسان تشـييد مأوى له بدون تعريض صلاحـية الحياة فى مسكنهم الكبير ــ كوكب الأرض ــ للخطر.

مبانى حديثة، ومشكلات حديثة

تؤكد جميع الشواهد على أن المبانى الحديثة تعد من الانتصارات المذهلة فى العـصر الصنـاعى. وتوفر المنـازل الفخـمـة بالضواحى ــ والـتى تمتـد من ستوكهولم وحـتى سان فرانسيسكو، وناطحات السحـاب الشاهقة من برازيليا وحتى بانكوك ــ خدمات لا تعد ولا تحصى، يعتبرها أغنياء هذا الكوكب من الضروريات ويـنظر إليها بـاقى البشر كـمطمح يرنو إليـه مثل: أنابيب المـياه الداخليـة (بما فـى ذلك الماء السـاخن عند الطلب)، والتـحكم الدقـيق فى الجو، والإنارة بمجـرد الضغط على زر، والتبريد، ووسـائل الاتصال وحتى مجال الترفيه.

إن مجرد التقـيد بعدد لا يتعدى أصابع اليد من الدول الصناعيـة مثل ألمانيا، واليابان، والولايات المتـحدة، يؤكد أن المبـانى كثيفة المـوارد ظاهرة كونية تنمو مع نمو الـمدن وظهور الطبقات المـتوسطة. وقد شهـدت تركيا ــ على سبيل المـثال، تزايداً يعادل 13 ضعفاً فى المبانى المسموح بإنشائها بين عام

الشكل 1: نشاط الإنشاء البنائى فى تركيا واليابان، 1992 - 1963، وفى ألمانيا الغربية، 1990 - 1963



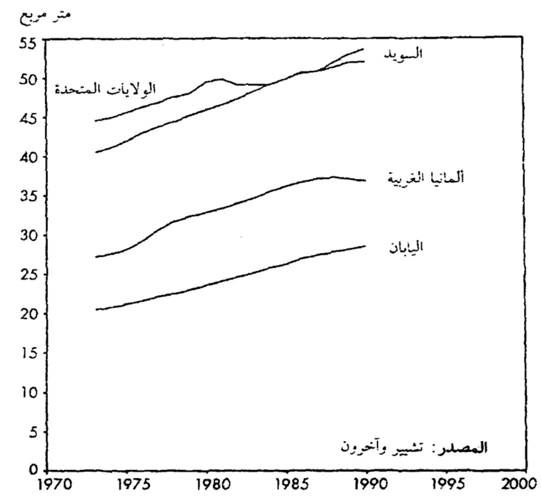
1963 وعام 1993. (انظر شكل 1) كما قفزت المبانى المشيدة حديثة فى كوريا الجنوبية إلى ما يقرب من 50 ضعفاً فى نفس الفترة. وقد ظهرت فى بعض البلدان ــ التى اعتادت على وجود منازل صغيرة، وحظائر للماشية، وكنائس، ومعابد ــ أنواعاً جديدة من المبانى: مثل المحلات التجارية الكبيرة ومبانى للسكنى وللمكاتب شديدة الارتفاع وحتى ناطحات السحاب. وبدلاً

من استخـدام المواد التى كانت شائعـة فى البناء ـ مثل الخشب، والبـامبو، والطوب ـ اتسع استخـدام الأسمنت والحديد. وبينما كانت المبـانى القديمة تسـتخـدم الشمس أو حـرق الكتل البيـولوچيـة (الكتل الحيـوية) فى تدفئـة منازلهم، والرياح فى تهـويتها وتبـريدها، أصبحت الـمبانى الجـديدة مزودة بأجهزة التكييف والتسخين (5).

ولم تزد حركـة تشيـيد الأبنية الحـديثة فـقط بل أصبحت تتـسم بالضخـامة والاتساع. فعلى سبيل المثـال زاد متوسط حجم المنزل فى البلدان الصناعية، منذ الحرب العالـمية الثانية بالرغم من تقلص حـجم الأسرة، وهى ظاهرة لم تستطع أزمات البترول التى واجهتها هذه البلدان فى السبعينيات أن تحد منها. (انظـر شكـل 2). فقد زادت فى الولايات المـتحدة فيـما بين عامى 1949 و1993 معدل المـساحة الأرضيـة للفرد إلى أكثر من الضـعف. وكما أوضح جوبال اهلـواليا Gopal Ahluwalia من الاتحاد القومى لبنائى المنازل، فى نبرة يشوبهـا السخرية قائلا: «لقد أصبح الآن كل شـخص يرغب فى امتلاك غرفة لوسـائل الاتصال، ومكتب منزلى، وحجرة للتمـرينات البدنية، وثلاثة حمامـات، وحجرة للأسرة، وحجـرة للمعيشة ومطبـخاً ضخماً وجـميلاً لا يستخدمه أحد لإعداد الطعام» (6).

وقد أتاحت المـبانى الحديثـة للمستهلك أكـثر مما يـرغب بالنسبة لمسـاحة الأرضيـة وبعض السمات الأخـرى. ولكن عند النظر بدقة إلى هذه المـبانى

الشكل 2: المساحة الأرضية للسكنى للفرد الواحد، دول مختارة
1973 - 1990



نجدها أقل جاذبية مما كانت عليه فى الماضى. فهى تستخدم أجهزة للطاقة والمياه أقل كفاءة، وأسرع تلفاً، كما تبدد الموارد الطبيعية، والأموال، والطاقة البشرية. كما خلقت الكثير من هذه المبانى جواً داخلياً غير صحى مما أدى إلى شعور الكثير من الناس بالمرض. وهناك احتمال إسهام هذه المبانى فى انتشار مرض السرطان والخلل فى الجهاز المناعى.

ترجع جذور المشكلات التى نتجت عن البناء إلى الثورة الصناعية التى حوّلت كل ما كان سهل الرؤية إلى أشياء خفـية يصعب ملاحظتها. إن الميكنة، التى حلّت استخدام الطاقـة محل القوى البشرية، والتخـصص الذى استغل القدرة البشرية لتصبح أكثر كفاءة فى أعمالـها من خلال الممارسة، قد جعلا العمالة الفردية أكثر إنتاجية. كما أتاحـا مولد اقتصاد متنوع يستطيع جلب العملاء من نيودلهى إلى لوس أنجليس مع كل ما يخطر على البـال من الأخشاب الصلبة فى المناطق الاستـوائية إلى أجهزة التكـييف المعلقة فى الأسـقف. وفى مثل هذا النظام الكونى قـد تسود وتـنتشـر تأثيرات أعـمال أى شـخص على هذا الكوكب، ولكن التقيـد باقتصاد البيئـات الملائمة الضيقة قـد زاد من صعوبة تفهم العاملين فى صناعة البناء للعالم لما يجرى وراء نطاق أعمالهم [7].

لقد استخـدمت صناعة البناء الآلات والتخصصات فى الـعمل، لزيادة مجال أعمالها، وخـفض التكلفة، وإنتاج هذه المبانى المـذهلة الحديثة، ولكن كل ذلك كان علـى حساب التكلفـة البيـئيـة. وقد حلّ البولدوزر والـحفّار مكان المنشار والفأس، مـما أتاح لقاطعى الأخشاب والعاملين فى مـجال التعدين، العمل بمعدلات تدميرية ضـخمة، وأصبحت، الآن، السفن والقطارات تنقل الخشب، والمـعادن، والفحم، وزيت النفط بالأطنـان إلى مواقع البناء وإلى المصـانع التى تعـمل بالطاقة والمـوجودة على مـسافـات بعيدة مـن الموارد الطبيعية. وقد اكتشف الكيميائيون والعاملون فى مجال التعدين وسائل جديدة

تضاف إلى هذه الوفرة فى الموارد عن طريق تحويل المواد الطبيعية إلى تلوث مكثف، وإنتاج على نطاق واسع للمواد مثل الحديد، والأسمنت، واللدائن (البلاستيك). ومع نجاح العاملين فى مجال البناء فى الوصول إلى مواد جديدة، فإن وجودهم فى أماكن بعيدة قد أدى إلى انعزالهم عن النتائج البيئية التى حدثت نتيجة اختياراتهم وسهل من قراراتهم التدميرية.

وبينما كانت عملية البناء والعناية بالمبنى يقوم بها عدد قليل من اللااختصاصيين، أصبحت تشمل الآن العديد من الفئات مثل، العاملين فى المناجم، وقاطعى الأخشاب، والعاملين فى مجال السفن، والممولين، والمطورين، وأصحاب الأموال، والمعماريين، والمهندسين، والمقاولين العموميين، ومقاولى الباطن، والمفتشين، ومديرى الأبنية. ومع زيادة التعقيدات الإنشائية وابتعاد الأفراد عن بعضهم فى نهايتى طرفى العملية ـ البيئة فى طرف والأشخاص الذين يتلقون المنتج النهائى فى طرف آخر ـ أدى كل ذلك بطبيعة الحال ـ إلى تركيز كل فرد على اهتماماته الفورية واليومية سواء كانت تعمل على القضاء على مورد ما بأقصى سرعة ممكنة، أو تقليص التكلفة إلى أقل حد، أو زيادة العمولة إلى أقصى حد، أو إصدار المنتج فى موعده المحدد [8].

وقد نتج عن هذا البعد والانفصال زيادة صعوبة تفكير المصممين بشأن المبانى فى مجملها، ومما أدى بالتالى إلى الإسراف فى استخدام الموارد.

فعلى سبيل المثال، يضع معظم المصممين خطوطاً أساسية للمبنى ـ مثل الشكل، وأماكن النوافذ، وكمية الضوء ـ بدون الاهتمام بتأثير قراراتهم الفعلية على استخدام الطاقة فى الشارع المقابل. وعند استلام المهندسين للرسم المبدئى عليهم أن يحددوا نظاماً ضخماً شاملاً للتحكم فى المناخ لتعويض النقص فى البصيرة والنظر إلى العواقب، مما يؤدى إلى ضياع فرصة التوفير. وقد كتب أمورى لوفينز Amory Lovins مدير البحوث فى معهد روكى ماونتن بمدينة سنوماس بولاية كولورادو [9]، قائلاً: «قد يبدو وكأن المجهود الذى بذل لم يكن نتاج عمل فريق ولكنه سباق للتتابع».

إن الفجوة العميقة التى ظهرت فى عملية البناء أدت إلى انفصال قاطنى المبانى عن صناعة البناء وكانت النتيجة تشييد مبانى تبلى قبل الأوان، وضياع كميات ضخمة من الموارد. ولا يقوم معظم الناس والهيئات بتشييد المبانى الخاصة بهم بل يشترونها من السوق المفتوحة. ولكن القليل من المنتجات عالية التكلفة ومعقدة مثل المبانى، مما يخلق توتراً ملحوظاً بين المشترى والمنتِج.

ومن ناحية، فإنه من الطبيعى أن تطور كل صناعة مراحل تقدمها عندما يؤدى الفشل فى بيع أحد المبانى أو عدم نجاح منتجاً متقدماً، إلى كارثة مالية، ولكن قد يؤدى الفشل فى تشييد بناء ما إلى كارثة بشرية. ومما لاشك فيه أن تطبيق الأساليب التى يمارسها الآخرون، تقلل من احتمالات الفشل، ولكن

على حساب تنوع الابتكار والتجديد. (فى الولايات المتحدة حيث يميل الناس إلى إقامة الدعاوى، يؤدى، أيضاً، الخوف من احتمال التقاضى إلى تشجيع المصممين والعاملين فى مجال البناء على الالتزام بتطبيق المعايير التقليدية) وهو نوع من الاحتكار الثقافى غير الرسمى.

ومن ناحية أخرى، فإن المشترين يدخلون السوق وفى جعبتهم الكثير من الاهتمامات: فالأمر ليس فقط سعر ومكان، ولكن تكاليف بعيدة المدى، وإعادة بيع، ومتانة، ومظهر خارجى، ووسائل للراحة ــ من حمامات التدليك (جاكوزى) إلى خطوط شبكات الكمبيوتر. ونظراً لتشابه المبانى المتاحة تشابهاً ملحوظاً، فإن من النادر أن يجد المشترى ما يرغبه تماماً، ولذلك فهو يركز على الأشياء الأكثر أهمية والأسهل فى قياسها: مثل السعر، والمكان، والحيز أو الحجم، وبعض السمات المعيارية. وقد يحصل العميل على ما يريد فى هذه المجالات، ولكن عادة ما ينتهى الأمر ــ بغير قصد ــ إلى إعطاء فرصة للصناعة لإغفال الكفاءة فى تشغيل الطاقة، وجودة الهواء فى الداخل، بجانب قوة واحتمال المبنى.

ويزداد الأمر سوءاً فى الاقتصاديات المركزية المخططة. فالأفراد يفقدون تقريباً سيطرتهم على الأماكن التى يقطنونها مما ينتج عنه زيادة فى عدد الأبنية المتصدعة. ويلجأ الروس عادة ــ بسبب نقص أجهزة تنظيم الحرارة ــ إلى فتح النوافذ لتبريد الشقق من الدفء الزائد. وبالمثل، ففى منتصف

الثمـانينيات من هذا القرن استـخدمت المبـانى الصينية ثلاثة أضعـاف الطاقة بالمقارنة بالأبنية فى الولايات المتحدة، بالرغم من استمرار انخفاض الحرارة فى الداخل [10].

ومن الصعب التدعـيم بالوثائق على أن الأبنية تتسم بضـعف الكفاءة والجودة عند تشيـيدها، ولكن تظهـر المشكلة بصورة واضـحة المعـالم فى الحالات القاسيـة للكوارث الطبيعـية. فعلى سبـيل المثال، حدث فى أحـد أيام شهر أغسطس من عام 1992 إعصار أندرو الذى أدى إلى تدمير أو إتلاف أكثر من 100,000 منزل فى الطرف الجنوبى من ولاية فلوريدا، وتـشتيت حـياة آلاف الأسر، كما أدى إلى خسارة فى المـمتلكات قدرت بما يقرب من 30 بليـون دولار أمـريكى. ولكن، بالرغم من ذلك، ظلت بعض المـنازل القليلة بدون أن تتأثر مـن هذا الإعصار. وقـد كشف فـحص جثث المـتوفيـن عن وجود مخالفات جسيمة شائعـة وغير ملحوظة فى معايير البناء، أدت إلى تدمير كل هذه المنازل. ولذلك فـمن المـلاحظ أنه خلال النـمو السـريع فى الولايات المتحدة تم بـناء المنازل بأسلوب يتسم بالإهمال والتسيب. ونتـيجة للإسراع والنشـاط فى إعادة البنـاء، فقـد أدى إعصـار أندرو أيضـاً إلى القضـاء على مساحات كبـيرة فى جنوبى شرقى وشمال غربى الولايات المتـحدة للحصول على الأخشاب لتشييد المبانى التى تم تدميرها [11].

وقد هز مدينة سـبيتاك بأرمـينيا عام 1988 زلزال فاق بكثـير ما دمره إعـصار أندرو من حيـث تعداد الوفيـات. ففى ثوان مـعدودة مزّق الـزلزال المدارس

«يلجأ الروس عادة بسبب نقص أجهزة تنظيم الحرارة إلى فتح النوافذ لتبريد الشقق من الدفء الزائد».

والأبنية السكنية مؤدياً إلى وفاة أكثر من 25,000 شخص. وقد كشفت التحاليل فيما بعد الكارثة النمط السائد للأبنية التى ظلت بدون تهدم. فقد شيد العمال السوفييت معظم المبانى من تسعة طوابق أو أقل مثل صناديق الأسمنت الصلبة مع التصاق الحوائط حاملة الثقل التصاقاً شديداً بعضها ببعض والتصاقها أيضاً بالأرض. وقد خرجت هذه الأبنية من الزلزال سليمة وبدون أية أضرار. ولكن المبانى الأعلى التى تم تشييدها بدعامات أفقية رئيسية وأعمدة غير متماسكة بدون حوائط حاملة للثقل فقد انهارت مثل أوراق اللعب [12].

ولكى تفهم صناعة البناء أسباب عدم صمود الأبنية وبقائها فإنها تحتاج ليس فقط إلى إدراك مدى التغيير الذى يحدث فى العالم ولكن إلى إدراك أن هذا التغيير دائم ومستمر. وأن جميع المبانى التى لا تتمشى مع هذا التغيير تُهجر أو يتم هدمها.

إن التحرك السريع واحتياجات التغيير يقيدان أسهم البناء. وخلال عشرات السنين التى مرت، ازدهرت صناعات كاملة واندثرت، وتحركت سريعاً عبر القارة وتبعها البشر أيضاً. ففى الولايات المتحدة ــ وهى منطقة ضخمة لحرية التجارة والتنقل ــ يتحرك شخص واحد من كل ستة أشخاص كل عام من مكان لآخر وعادة لمسافات تبعد آلاف الكيلومترات. ومع الاختفاء التدريجى للتجارة العالمية وتقييد الهجرة ــ داخل الاتحاد الأوروبى، على سبيل المثال

ـ سيرحب الكثيرون بفكرة الانتقال أيضاً. ولكن لسوء الحظ، فإن المستوطنين الذين يجنحون إلى الانتقال بسرعة لا يرحبون دائماً بالاستثمار طويل المدى فى أعمال التشييد والبناء. وهناك فقط واحد من كل ثلاثة منازل فى الولايات المتحدة تتم صيانته بصفة دورية، وقد يقل هذا المعدل طبقاً لبعض التقديرات [13].

وقد تزداد التغيرات البيئية الجذرية ازدياداً ملحوظاً ـ مثل ارتفاع قيمة الأرض إلى الضعف أو انتقال أحياء كاملة إلى الضواحى. وبالرغم من أن 60٪ من المبانى فى ألمانيا الغربية قد صمدت أمام الهجوم الضارى أثناء الحرب العالمية الثانية إلا أنه مازال هناك أقل من 15٪ من هذه المبانى معرض لأجواء التطور السريع الذى نشأ فى الثلاثين عاماً بعد الحرب. وقد تحركت قيمة أراضى ناطحات السحاب إلى سوق ضارية للعقارات. حيث أثبتت الإحصائيات أنه خلال الثمانينيات من هذا القرن ظلت المبانى الجديدة لمدة 17 عاماً فقط ـ فى المتوسط ـ قبل هدمها واستبدالها بمبانى أعلى [14].

وعندما تحدث التحولات السريعة بين المبانى التقليدية القديمة وبين المبانى المعاصرة، فإنها تظهر التضارب الملحوظ بين الأسلوبين. ففى بكين حيث تقوم الحكومة بهدم العديد من الأحياء القديمة العامرة بالسكان ـ والتى تتألف منازلها من طابق واحد ـ لاستبدالها بمراكز تسويق جديدة وأبنية عالية، يضطر البوليس أحياناً إلى التقدم أمام عربات البولدوزر حتى يستطيع

إخلاء قاطنى هذه الأحياء التى تزداد مقاومتـهم للانتقال والتحرك من أحيائهم القديمة. وقد وصف الصحفى السويسرى ــ ايرس مورف Urs Morf ــ رد فعل التحول تجاه المبانـى الجديدة بين السكان الذين تحدث إليهم بعد إعادة استيطانهم فى أوائل الثمانينيات من هذا القرن.

وإذا عـدنا إلى الوراء. . . نجـد أنه قد تـم إغواء مسـتأجـرى المستقبل بترك أحيائهم القديمة المقيدة للحرية والتى تقع تحت المراقـبة التقليـدية المستـمرة، والتحـرك أملاً فى وجود مـياه جارية، وتدفئـة مركزية، ومسـاحة أوسع للمعيـشة، وفوق كل ذلك حرية شـخصيـة أكثر. ومنذ ذلك الحـين بدأ الكلام حول عيـوب صفـوف المنازل الضخمـة الجديدة والتى بنيـت بأثمان رخيصـة للغاية وتدهور حالها بسـرعة كبيـرة. وقد أدت الحرية الزائدة والمساحة الإضـافية إلى شعور بعدم وجـود هوية مميزة والتى أدت ــ كمـا يحدث فى أى مكان آخـر من العالم ــ إلى زيادة فادحة فى معدلات الجريمـة، كما قضت على الإحساس القديم بالتضـامن بين الجيران. وقد ابتعـدت أماكن العمل عن المنازل بمسافات كبيرة، كما انقسمت العائلات التى كانت تتسم بالارتباط إلى مجموعات صغيرة متناثرة [15].

وقد أثبـتت تجربـة بكين تدهور المنازل التى اتسمـت فقط بالراحـة والأمان

ووسائل المتعة الحديثة، لدرجة أن التشييدات الحديثة أصبحت مدمرة للعالم من حولها، وقد ينظر إليـها وكأنها أكثر بدائية من المبانى التـقليدية القديمة. وبالرغم من التحسن الملحوظ منذ الثـورة الصناعية، إلا أن المبانى يجب أن تتضمن الكثير من المواصفات حتى يمكنها مقابلة احتياجات جميع البشر.

جودة التشييد

تؤكد قصة بكين وكوارث فلوريدا وأرمينيا على أن الجودة هى أحد الدعامات الرئيسية للتـصميم البيئى. فإن الأبنيـة المتواصلة بيئياً تحـتاج إلى التفوق فى نواحى عديدة، من جودة الهواء داخل الأبنية وكفاءة الطاقة إلى قوة الاحتمال والمرونة. وقد حلت الميكـنة والتخصص إلى حد كبير مـحل البراعة اليدوية والفنية رغـبة فى السرعة وظهور خطـوط التجميع. ولذلك فـإن أحد الأسئلة الهامة اليوم عن التصميم المتـواصل يدور حول أفضل الطرق لاستغلال طاقة الآلات وكفاءة التخصص الوظيفى بدون التضحية بالمعايير رفيعة المستوى.

تجد صناعة البناء نفسها ــ فى بعض الأحيان ــ فى وضع مماثل لصناعة رأس المال المكثف المـحافظة فى السبـعينيات من هـذا القرن. وفى نفس الوقت أنتجت كل من أوروبا الغربيـة وأمريكا الشمالية سيـارات ذات جودة متوسطة وبأسعـار معتدلة ــ وبالرغم من أن المـشترين فى هذه البلدان كـانوا يفضلون سيارات أكـثر جودة وأقل تكلفـة، ولكنهم كانوا عاجزين عن الحـصول على

مثل هذه السيارات من صانعيها ـ حتى حققت الشركات اليابانية البديل. ثم بدأ المستهلكون فى اتخاذ قرارات شراء بديلة بدون إعطاء أى اختيار بديل للمنتج المحلى سوى التعلم من اليابانيين. ومثلما يحدث هذه الأيام يستطيع العاملون فى مجال البناء أن تكون لهم الأفضلية عند تسويق منتجات ذات جودة أعلى والتى تؤكد على الاهتمامات البيئية والصحية.

وهناك دولة أخرى يستطيع العاملون فى مجال البناء التعلم منها، وهى دولة السويد التى حصلت على سمعة عالمية فى جودة منازلها. وبالمقارنة بالولايات المتحدة فإن الاختلاف والتباين صارخ للغاية. ففى الولايات المتحدة تشمل 90٪ من المنازل الحالية بعض الأجزاء الأساسية المجمَّعة بالمصنع. ويتم تصنيع هذه الأجزاء عن طريق خطوط تجميع هائلة الحجم، ذات عمالة ضعيفة الأجر، وعُمَّال غير مهرة، مما يؤدى إلى إنتاج قلّما يطابق المعايير الدقيقة المطلوبة لصناعة منازل محكمة الهواء وذات طاقة عالية الكفاءة. أما فى السويد حيث تصنع معظم المنازل أيضاً من الخشب، فقد استطاعت صناعة البناء أن تجد حلاً لهذه المشكلة. وتتسم مصانع إنتاج أجزاء المنازل فى السويد بالصغر ويديرها مجموعات من العاملين الذين يتمتعون بمهارات عالية ويستخدمون مناضد نصف آلية مائلة للإمساك بمسطحات الحوائط فى أماكنها عند تركيب الأطر والنوافذ والعوازل وحواجز البخار. ويستطيع العمال عن طريق العِدد التقليدية والآلات التى تعمل محل العضلات، على التركيز على ما يقومون به من أعمال على أفضل وجه

مسترجعين بذلك فنون الحرفة القديمة بدون زيادة فى التكاليف، لأن الجهد والمثابرة يساعدان على إنتاج أجزاء متسقة وعالية الجودة. إن النظام السويدى «للمصنع الحرفى» أدى إلى إنتاج منازل ذات جودة وكفاءة عالية حتى أصبحت السويد دولة مصدرة للمنازل [16].

ومن المثير للإعجاب أن هذه الفكرة المبتكرة السويدية ما هى إلا جزء واحد فقط لحل هذه المشكلة العويصة. وطالما أن الكثير من مشكلات البناء يحدث نتيجة للفصل بين البيئة، والعملاء، والعديد من المسهمين فى عملية الإنشاء، فإنه يبدو من المنطقى ضرورة إعادة هندسة جميع العمليات المتابعة لتسهيل عملية الاتصال، ومساعدة الأشخاص على رؤية الرابطة بين ما يفعلونه وبين العالم من حولهم. كما تستطيع الفرق والمجموعات التى تشمل جميع الأفراد إعادة ربط العاملين فى الوحدات المنفصلة والمتناثرة فى عملية البناء، ومساعدتهم على تفهم تأثير عملهم على بعضهم البعض، وعلى البيئة أيضاً. إن التصميم المعروف باسم «التصميم التكاملى» لا يعنى رفض عملية التصنيع، بل أنه أسلوب جديد لتسخيرها، وطريق جديد لاستخدام الآلات والمعرفة المتخصصة فى خدمة الجودة. وقد اكتشف المصممون الذين يعملون جاهداً على تحدى التشييد البيئى أن التصميم التكاملى عاملاً حيوياً للنجاح. وقد قال چون بيكارد John Picard ــ الاستشارى فى التصميم البيئى بلوس أنجليس أنه: «قبل تصميم أى بناء، يجب أولاً إعادة تصميم عملية البناء نفسها» [17].

«ويبدو من المنطقى إعادة هندسة عملية البناء بأكملها لتسهيل عملية الاتصال».

وعلى سبيل المثال، فقد قرر مديرى ما يعرف الآن باسم «البنك الدولى للأراضى الواطئة» بناء مكتب رئيسى فى مدينة أمستردام. وقد اختاروا تصميماً لمبنى «متناسق» يتمتع بكفاءة عالية فى استخدام الطاقة والموارد الطبيعية الأخرى الصحية لمن يستخدمها، مع وجود تناسق وتكامل فى أشكالها الطبيعية، بجانب النباتات الخضراء، والفن فى جميع الأماكن التى تجسد العزيمة والروح الإنسانية. وفى أوائل مرحلة التصميم أحضر البنك مهندسين، ومعمارى، ومصمم ديكور داخلى وخارجى، وعلماء، بجانب سكان المستقبل فى اجتماع عمل يضمهم جميعاً [18].

وبدلاً من مجاراة النمط السائد الذى تنقلب فيه الحلول لشخص ما إلى مشكلات لشخص آخر، فإن الفريق كان يعمل على إيجاد الحلول الفورية التى توفى بالعديد من الرغبات والاحتياجات. فعلى سبيل المثال، استطاع الفريق وضع تصميم يحقق رغبة العمال فى تركيب نوافذ سهلة الاستعمال، وفى نفس الوقت تحول دون فقدان كميات كبيرة من الحرارة فى الشتاء أو زيادتها فى فصل الصيف. وبمجرد تشغيل هذا التصميم فى عام 1987 انخفض استخدام المبنى الرئيسى الجديد للطاقة إلى خمس ما يستخدمه مبنى مكتبى جديد مجاور على نفس المساحة، وعشر كمية الطاقة التى كان يستخدمها المكتب الرئيسى السابق. ومن بين الإجراءات التى ساعدت على تحقيق هذا الانخفاض الملحوظ فى استخدام الطاقة استخدام مواد عازلة جيدة مع أقصى استخدام للضوء الطبيعى كبديل للإضاءة الكهربية (مثلاً،

وضع المكاتب على مسافة لا تزيد عن ستة أمتار من النوافذ). وقد غطى التوفير فى فاتورة الطاقة التكاليف الإضافية للتصميم فى مجرد أربعة أشهر من التشغيل، كما أثبت المبنى الجديد كفاءته من الناحية الصحية، بجانب إضفاء الشعور بالبهجة والراحة على العاملين مما أدى إلى انخفاض نسبة الغياب بنسبة 15٪ [19].

وقد أضافت الحاجة إلى تشييد مبانى سهلة الاستخدام مجموعة أخرى من الاهتمامات لفريق التصميم التكاملى. وبالرغم من صعوبة تحصين المبانى التام من التقادم، إلا أن هناك الكثير الذى يمكن عمله حتى تتواءم مع التغييرات التدريجية. وقد اكتشف المعمارى البريطانى فرانسيس دافى Francis Duffy، أن بعض المبانى التى تعيش لأزمنة طويلة تتغير واجهاتها الخارجية كل عشرون عاماً أو ما يقرب من ذلك، مع إضافة شبكة أسلاك جديدة، وأنابيب مياه، وأنظمة للتحكم فى الجو كل 7 - 15 سنة، وقد يتم تغيير تصميمات الأدوار كل ثلاث سنوات. ومن خلال هذا المنظور تتألف المبانى من طبقات متعددة تتطور كل منها بمعدلات مختلفة [20].

وطبقاً لرأى ستيوارت براند Stewart Brand، الكاتب والاستشارى فى التخطيط الاستراتيجى، فإن حجر الأساس فى تشييد بناء قادر على البقاء والتكيف هو فصل هذه الطبقات فصلاً جذرياً بحيث لا تعوق التغيرات البطيئة

التعديـلات الضرورية السريعة. فـعلى سبيل المثـال، يقوم مصممى الـمبانى التجـارية سهلة التعديل إلى بنائهـا بإطار حامل للثقل وحـوائط داخلية يمكن هدمها بسهولة طبقاً للطلب بحـيث تسمح للسكان الجدد إعادة ترتيب أرضية الدور طبقاً لاحتياجاتهم [21].

ويمثل مبنيـان متجاوران فى حرم معهـد مساشوسيتس للتكنولوچـيا بكمبردج بولاية مـساشـوسيـتس، مزايا المـبانى المـرنة. ومن بينها «مـعمل وسـائل الاتصال» الشهـير الذى تم تصميمـه على يد المعمارى العالمى الشـهير أى. إم. بـاى I. M. Pei، والذى صرَّح بأنه يفضل إقـامة المبانى التى لن تتـغير استخداماتها مع تغير الزمن. وبالرغم من أن بنائه عام 1985 كان ملفتاً للنظر كتمـثال منحوت، بتـثبيت صب الخرسـانة المسلحة بحيث أصـبح المبنى لا يتناسب مع البحـوث فى التقنيـات سريعة التـغير. وبالطبع، أصـبحت بعض الحجرات المخصـصة لأغراض معينة مهملة بعد قدوم الـباحثين إلى المبنى، ولا تستخدم إلا فيما ندر. كما أن تكـلفة تطوير البنية الأساسية للمبنى كانت عالية للغاية نظراً لضرورة استخـدام آلة ثقب الصخور فى التعامل مع الحوائط الخرسانية الداخلية [22].

وعبر الطريق يوجد مبنى آخر مماثل تقريباً. فقد بنى «مبنى 20» سريعاً خلال الحرب العـالميـة الثانية لإيـواء برنامج فاشل فى تطوير الرادار. وقـد قررت الجامعـة هدمه منذ ذلك الحين ــ ولكن سهـولته فى التغييـر والتكيف جعله

أفضل مكان لاحتضان الأفكار المبتكرة الجديدة، وأنقذه من الهدم مرات عديدة. فعلى سبيل المثال يمكن بسهولة عمل ثقب للأسلاك خلال حوائطه الخشبية. (وقد بدأت الشركات التى اخترعت الكمبيوتر الصغير فى هذا المكان) (23).

وقد أكد أحد المشروعات الحديثة بمدينة نيويورك الفوائد المزدوجة للتصميم التكاملى والمبانى سهلة التغير والتكيف. فبعد أن قررت جمعية أودوبون القومية "National Audobon Society" نقل أفرعها الرئيسية، بدأ فريق التصميم الداخلى للجمعية فى صقل وتجديد المبنى القائم ــ فى مانهاتن ــ منذ مائة عام والذى يحتوى على طوابق من الحجارة بنية اللون، بدلاً من بناء مبنى جديد فى أحد الضواحى. وبعد إنقاذ المبنى من الهدم قدَّرت جمعية أودوبون المواد التى تم انقاذها من الإلقاء كركام بـ 200 طن من الحديد، و9000 طن من مواد البناء، و560 طن من الخرسانة. وقد اعتمد فريق المصممين على تقنيات جديدة ــ تشمل نظام للتبريد ذو كفاءة عالية، ونوافذ عازلة، ونظام تهوية جيد ــ وذلك لتوفير استخدام الطاقة بنسبة 60٪، وتخفيض استخدام المياه، وتحسين جودة الهواء. وقد تم الانتهاء من المبنى عام 1992 على أن يغطى هذا التوفير تكاليف التحسينات التى تمت على المبنى خلال 5 سنوات، وسوف يستمر التوفير بعد ذلك. كما أدت الأساليب الجديدة فى استخدام ضوء النهار والهواء النقى إلى جعل المكان أكثر بهجة وإنتاجية (24).

«يوجد، فى ألمانيا، فى كل مدينة رئيسية، تقريباً، متجراً يبيع مواد مختلفة ومتنوعة للبناء الصحى».

وقد يبدو تصميم المبانى المتكاملة أمراً جديداً فى الغرب، ولكنه فى الحقيقة وجه جديد لفكرة قديمة. فقد تم اقتباس أفكار الإدارة الخاصة بالأمريكى و. إدواردز ديمنج W. Edwards Deming والتى بدأ الكثير من صانعى السيارات والمنتجات الأخرى اليابانية فى تأكيد نجاحها منذ عشرات السنين، والتى تتلخص فى أن أفضل طريقة لضمان الجودة فى المنتجات الصناعية هى وجود فريق إدارى موجّه. وفى الواقع فإن معظم شركات التشييد الكبيرة فى اليابان تضم كل من وحدات التصميم، والهندسة، والتشييد، والصيانة، وخدمات عملية البناء تحت سقف واحد، بالرغم من أن عدد قليل فقط من الشركات بدأ يفكر فى تأثير أعمالهم الواسع على البيئة والصحة [25].

ومن الشركات المستثناة من هذه القاعدة شركة شيميزو Shimizu (رأس مال 18 بليون دولار) وهى أكبر شركات التشييد والبناء فى اليابان وواحدة من أكبر خمس شركات فى العالم. ففى عام 1991، تبنت الشركة خريطة بيئية كونية، تعهدت فيها بالالتزام بالاهتمامات البيئية فى جميع أعمالها. وبالرغم من أنه من المعتاد أن الكلام المنمق يسبق الفعل، إلا أن الشركة قد قامت بتطورات وتحسينات ملحوظة. فعلى سبيل المثال، قامت الشركة بتطوير نظام روبوت (إنسان آلى) للأماكن المرتفعة والذى يسمح بالتشغيل اليومى لنظام التسليم فى الوقت المحدد لمواد البناء السابق تقطيعها. فلا يضطر العمال إلى تخزين المواد قبل استخدامها ولا يضطرون إلى تقطيع المواد فى الموقع. وقد أدى ذلك إلى خفض نسبة التالف من التعبئة والتشييد بنسبة 70٪ [26].

ظهرت فـى وسط التسعـينيات من الـقرن العشـرين علامـات تدل على زيادة الاهتمـام بالمبـانى البيـئية فى الكثيـر من البلدان. ففى ألمانيـا يوجد فى كل مدينة رئيسية، تقريباً، متجـراً يبيع مواد مخـتلفة ومتنوعة للبناء الصحى. وقد بدأت الشـركات المـعمـارية والهندسيـة الكبـيرة فى الولايات المـتحـدة ــ هيلمـوث، أوباتـا، وكـاسـابوم ــ فى تقـيـيم مواصـفـات هذه المـواد على الصـحة والبيئة. وفى المملكة المـتحدة، أدى التعاون بين الصناعة والحكومة إلى إصدار كتـاب عن المبادئ والقواعد البيـئـية عام 1994 عن المـمارسـة بالنسبـة للمتخـصصين فى الـبناء ــ وقد أصدر هذه القـواعد اتحاد خـدمات وبحـــوث ومـــعـلومـــات البـناء Building Services Research and Information Association (BSRIA). وقـــد بيع من هذا الكتـــاب 700 نسخة ــ وهــى أكبر كميـة من النسخ باعتها هذه الجـمعية ــ خـلال الشهور الثلاث الأولى فقط [27].

إن الاهتمـام المتزايد فى صناعة البـناء حول الصحة البـشرية والبيئـية تعطى الأمل بأن بعض الشركـات الأخرى سوف تسـتخدم تدريجـياً نظام التصـميم المـتكامل عند تشـيـيدها مـبـانى أفضـل. فإذا تم ذلك بالفـعل فـإن هؤلاء الأشخـاص من القادة والرواد فى الـسوق سوف يسـخرون التـصنيع فى حل المشكلات التى ساعدوا هم فى خلقها. ومثلما فعل صناع السيارات اليابانيون من قـبلهم، فإنهم سـوف يضعـون اهتمـامـاتهم جنباً إلى جنب اهتـمامـات المستهلك.

ماوراء المنظر الخارجى

يعكس المنظر الخارجى للبناء الأسلوب الذى اتبع فى تشييده. وقد استخلص المعماريون التقليديون الكثير من أشكالهم من المواد المحلية المحدودة، ومن تقلبات المناخ المحلية، والرغبة فى الحد من استخدام أحدهما ضد الأخرى. وقد وصلت الأبنية الفطرية دائماً إلى حد الجمال المتناسق منذ انتشار أسقف المنازل الحمراء بمدينة فلورنسا وحتى الخيام السوداء اللافتة للنظر للبدو الرحَّل. وكما لاحظ فرانك لويد رايت قائلاً:

> يقع الأساس الحقيقى لمعظم الدراسات الجادة لفن المعمار فى هذه المبانى الفطرية المتواضعة والمتناثرة فى كل مكان. وهى تهم المعمارى مثل أهمية الفولكلور إلى الأدب، أو الأغانى الشعبية للموسيقى، والتى قلما يهتم بها المعمارى الأكاديمى. . . ويمكن رؤية الجوانب الانتفاعية ومعالجتها بصدق طبقاً للإحساس الطبيعى الفطرى. وغالباً ما تكون النتائج جميلة، وبناءة دائماً [28].

لقد تغيرت المفاهيم الجمالية تغيراً جذرياً مثلما انفصل البناء الحديث عن المبادئ البيئية. ومازالت القوى العقلية والحدود الجغرافية هى التى تشكل المبانى، ولكنها تنبع من مكاتب رجال الأعمال والحكومات البعيدة. ونتيجة

لذلك فإنه نادراً ما تلتزم المبانى الحديثة بالبيئة المحيطة بها مثلما تفعل المبانى القديمة، كما أنها لا تعطى للزائرين إحساساً بارتباط طرز البناء بالمكان.

أما بالنسبة للمبانى السكنية، فقد انتقل المطورون فى هذا المجال من بناء منزل واحد إلى إقامة أحياء بأكملها متشابهة فى المبانى حتى أن أى تغيير قد يبدو أمراً غير طبيعى. وقد انتشرت فى الأيام الأخيرة منازل ذات طابع خاص بالمزارع الكبيرة وخاصة فى بروڤينس وأوريجون، ومتشابهة بشكل ملحوظ ومتماثلة فى علوها وتمتد من فيلادلفيا إلى بودابست وسنغافورة. ولكن الاقتصاديات الحديثة اضطرت مصممى الأبنية المكتبية والسكنية الكبيرة والمصنوعة من الخرسانة والحديد إلى تجنب الزخرفة والميل إلى الأشكال الهندسية البسيطة والتى تبدو عادة مثل الصناديق التى تصمم وتبنى فى وقت سريع. وقد ظهرت بعض الاستثناءات البعيدة عن هذا التماثل فى التشييد رغبة فى تحقيق ربح أو فائدة ـ مثل تصميم المتاجر والمطاعم بشكل يلفت أنظار سائقى السيارات الذين يمرون بسرعة من أمامها. ومجمل القول، فإن المنظر الطبيعى الحالى المنتشر فى أنحاء الولايات المتحدة أصبح يتكون من بعض الأحياء المكتبية والسكنية المتماثلة إلى حد الملل بجانب عدد لا حصر له من المناطق التجارية ذات الألوان الصارخة والأنوار الساطعة [29].

وقد يعود إلى المبانى رونقها وجمالها إذا بدأ المصممون فى حل المشكلات

البيئية والصحية عن طريق تشييد مبانى تجمع بين البيئة الطبيعية والإنسانية. وقد عقد مصممو المبانى العزم على ضرورة وجود اختلاف واضح فى أجزاء المبنى حتى يساعد العاملين فيه على التوجه من مكان إلى آخر. كما أنهم يرغبون أيضاً فى زيادة المساحة الخارجية إلى أقصى حد للحصول على أكبر قدر من ضوء النهار، بجانب إنشاء الملاعب والحدائق المرئية للعاملين داخل المبنى. وقد أدت هذه الأولويات إلى ظهور مبانى غير منتظمة الشكل تتلوى على شكل حرف S تعلو بوضوح عن باقى الأحياء ذات الخطوط المستقيمة. وعند النظر إلى هذه المبانى من علو فإنها تبدو وكأنها كائنات حية محاطة بصناديق ثابتة (30).

وقد اقترح رايت بأن على المصممين المعاصرين تعلم بعض الأشياء من العاملين القدامى فى مجال البناء، ولكن ليس من الضرورى على الإطلاق محاكاتهم وتقليدهم، ولا التضحية أيضاً بوسائل الراحة والرفاهية الحديثة. ولكنهم قد يستطيعون استخلاص بعض المبادئ الموجهة للتصميم البيئى وتطبيقها على الطرز الحديثة. وقد يؤدى ذلك إلى أن تبدأ المبانى الحديثة فى تطوير لغتها الجمالية المعروفة، منتقلة من إقليم إلى إقليم مكونة عشرات من المبانى الحديثة المرتبطة ببيئتها (31).

تدمير البناء

يجب أن يتناسق أسلوب المعمار البيئى الحديث مع الطرز الحديثة الأكثر

تعقيـداً وصعوبة من الأساليب التى كان يسـتخدمها العـاملين فى مجال البناء التقليـدى القديم. وتسهم قرارات التـصميم فى الآونة الأخيـرة ليس فقط فى حل المشكلات البيئـية المحلية، بل المشكلات الإقليمية والكونـية والصحية أيضاً. (انظر جدول 1).

تبدأ المبـانى فى تأكيد وجودها بمـجرد الشروع فى خطوات التشـيد. ويدفع العاملون فى التشيـيد ـ كل عام ـ بحوالى 3 بليون طن من المـواد الخام ـ أى 40٪ من إجمالى السيولة فى الاقتصاد الكونى ـ فى مجال البناء. وتتكون غالبـية هذه المواد مـن الأتربة والرمال ـ الطَفل لصناعـة الطوب، والحصى والرمال للـخرسانة. وعـادة ما يؤدى قطع واسـتخراج هذه المـواد إلى بعض الآثار الطفيفة بعـيدة عن موقعها، ولكنها قـد تؤدى إلى إزالة النباتات وتدمير الأرض فى أماكن استخراجها [32].

وبالرغم من قلة أطنان المواد المـستخدمـة إلا أن استخدام المـعادن واللدائن يؤثر أكثر على البيئة من استخدام المواد المستخرجة من باطن الأرض، لأنها تحتاج إلى تـنقية من المواد الخام منـخفضة الدرجة أو إلى مـعالجة كيـمائية شديدة. فعلى سبيل المثال، فإن بعض النحاس الذى يستخدم فى المبانى فى الولايات المتحدة (حـوالى نصف ما يستخدم فى أنحاء البـلاد) هو مادة معاد تـدويرهـا، ولكـن 80٪ من هذه الكميـة مستـخرج من مـواد خام لا يمكن تعويضها ويجرى تنقـيتها خلال عملية تُعد من أكبـر المصادر للتلوث الهوائى

جدول 1: تأثيرات المبانى الحديثة على الناس والبيئة

المشكلة	نصيب المبانى من المشكلة	التأثيرات
استخدام المعادن الخام	40٪ من الحجر الخام، والحصى، والرمال، وجزء من المواد المعالجة الأخرى مثل الصلب.	تدمير الطبيعة ـ تسرب المواد السامة من المناجم والنفايات ـ التصحر، تلوث الماء والهواء من عملية المعالجة.
استخدام الخشب الخام	25٪ من عملية التشييد.	التصحر، الفيضانات، زيادة الغرين (الغرينة)، خسائر بيولوچية وثقافية متنوعة.
استخدام موارد الطاقة	40٪ من مجموع استخدام الطاقة.	تلوث هوائى محلى، أمطار حمضية، سدود على الأنهار، نفايات نووية، احتمال التعرض لزيادة دفء الأرض.
استخدام المياه	16٪ من إجمالى المياه المستخدمة.	تلوث الماء، ويشمل الزراعة والنظم البيئية للماء.
انتاج النفايات	مماثلة فى الدول الصناعية لتوليد النفايات الصلبة المحلية.	مشكلات دفن النفايات فى الأرض مثل رشح المعادن الثقيلة وتلوث المياه.
هواء داخلى غير صحى	هواء غير صحى فى 30٪ من المبانى الحديثة والمجددة.	ارتفاع معدلات المرض ـ خسارة فى الإنتاجية تبلغ العشرات من البلايين سنوياً.

المصدر : Worldwatch Institute, based on sources cited in text

فى الولايات المتحدة. إن كلوريد الڤينيل المتعدد، والمعروف باسم الڤينيل ـ وهو بلاستيك معالج بالكلور ويستخدم بكثرة فى الأنابيب، والجدران الخارجية والنوافذ ـ أفضل قليلاً من النحاس. كما أنه من الصعب إعادة تدويره، بجانب أن إنتاجه وحرقه (إذا كانت هى الوسيلة للتخلص منه) يولد أوكسيدات مولدة للسرطان وأحاديات كلوريد الڤينيل وبعض الملوثات الأخرى. وقد نادت وزارة الصحة الألمانية، والجمعية الأمريكية للصحة العامة، بجانب بعض الجهات الأخرى بعدم استخدام كلوريد الڤينيل المتعدد فى حالة وجود بديل [33].

مازال الخشب فى البلاد الصناعية بأمريكا الشمالية والدول الاسكندنافية ودول الباسيفيك هو المادة الأساسية فى بناء المنازل. ولذلك فإن عملية التشييد تحتاج إلى أكثر من ربع إنتاج العالم من الخشب والذى يبلغ 3.5 بليون متر مكعب. (بالإضافة إلى أن 55٪ من محصول الخشب فى العالم يتم حرقه للطهى ولتدفئة المنازل، وخاصة فى البلاد النامية) [34].

انكمش غطاء الكرة الأرضية من الغابات خلال المئات من السنين الماضية إلى الخمس، وأصبح نصف ما تبقى منها مجرد غابات منعزلة متناثرة أو مناطق تجارية لزراعة محصول واحد. وقد أدت هذه التغيرات إلى القضاء على الآلاف من أنواع النباتات والحيوانات ودمرت أراضى العديد من الشعوب البدائية. كما أن معظم محصول الخشب من الغابات النامية منذ

القدم هو فى الحقيقة عملية تدمير وقضاء على الأشجار. وأكبر دليل على ظهور أزمة فى الغابات هو اتجاه العديد من الدول إلى استيراد كميات ضخمة من الأخشاب بعد أن أصبح استخدامها للخشب يفوق قدراتها المحلية. ولجأت اليابان ــ التى أصبحت إلى حد كبير من أكثر بلاد العالم استيراداً للأخشاب إلى استيراد جزء من أخشابها من الغابات المنكمشة على شاطئ المحيط الهادى وذلك لتلبية احتياجات البناء التى ازدهرت منذ الثمانينيات [35].

وقد نتج عن التشييدات العالية كميات ضخمة من النفايات الصلبة توازى الكميات الناتجة عن هدمها. فإن إقامة منزل عادى فى الولايات المتحدة مساحته 160 متراً مكعباً ويزن 150 طناً يولِّد حوالى 7 أطنان من النفايات. كما يتم هدم منزل من كل ست منازل أو وحدات سكنية مشيدة ــ أى حوالى 150,000 طن من النفايات كل عام. ونتيجة لذلك، فإن الولايات المتحدة تنتج تقريباً نفايات من عمليات البناء والهدم تماثل القمامة المحلية. كما ينتج الاتحاد الأوروبى كميات تزيد عن ذلك بنسبة 50٪ [36].

وتستهلك عملية تشييد المبانى طاقة أيضاً، من المناجم وإلى المسابك ثم إلى مواقع التشييد. ويحتاج كل من الحديد والزجاج والطوب إلى كميات كبيرة من الوقود الحفرى. كما يستهلك نقل المواد إلى مواقع البناء إلى طاقة أكثر. ويقدر مقدار استخدام الطاقة فى هذه الأنشطة ــ فى الولايات المتحدة ــ بحوالى 9٪ [37].

وتؤدى عملية البدء فى البناء إلى خسائر تفوق عملية التشييد من حيث استخدام واسع للطاقة وكميات هائلة من الماء النقى. وقد زادت استخدامات الطاقة بين عامى 1971 و 1992 فى المبانى على المستوى العالمى إلى 2٪ فى المتوسط. وفى عام 1992 كان نصيب المبانى من إجمالى استخدام الطاقة يعادل 34٪. ويشمل ذلك 25٪ من الوقود الحفرى، و44٪ من الطاقة المائية، و50٪ من الطاقة النووية [38].

وبالإضافة إلى استخدام الوقود والطاقة فى التشييد، فإن المبانى تستخدم ما لا يقل عن 40٪ من الطاقة العالمية. ولذلك فهى تعد المسئولة عن انبعاث ثلث كمية ثانى أكسيد الكربون الناتج عن احتراق الوقود الحفرى، وخُمسين من المطر الحمضى الذى يؤدى إلى تكون ثانى أكسيد الكبريت وأكسيدات النيتروچين. كما تسهم المبانى، أيضاً، فى الكثير من الآثار الجانبية لاستخدام الطاقة، مثل تسرب زيت البترول، وتوليد نفايات نووية، وإقامة السدود على الأنهار، وتسرب المواد السامة من مناجم الفحم، وانبعاث الزئبق من عملية احتراق الفحم [39].

وقد ظهرت تقديرات مماثلة عند القيام بمسح عن استخدام المياه فى المبانى. فتزايد استخدام المياه فى المناطق الحضرية ــ من بكين وحتى لوس أنجليس

«إن استخدام أجهزة التهوية للحفاظ على نظافة الهواء كثيراً ما يؤدى إلى الإضرار به».

يؤدى إلى خفض الكميات المحددة من المياه وضرورة إقامة مشروعات ضخمة تسحب إمدادات المياه من الزراعة. وبالإضافة إلى ذلك، فإن مصانع الطاقة الكهربية تستخدم المياه كمادة للتبريد وتنتهى إلى صبها فى الأنهار حاملة مواد حرارية وكيماوية ملوثة. ولذلك فإن استخدام المياه فى المبانى ومصانع الطاقة الكهربية يعادل سدس نصيب المبانى من استخدامات المياه على المستوى العالمى [40].

وأخيراً، تخلق العديد من المبانى الحديثة بيئات داخلية خطرة على ساكنيها. ومما لاشك فيه أن «متلازمة البناء المريض» التى تحدث فى 30٪ من الأبنية الجديدة والمجددة قد أصبحت من الأعراض المعروفة على المستوى العالمى. فإن استخدام أجهزة التهوية للمحافظة على نظافة الهواء كثيراً ما يؤدى إلى الإضرار به، لأن هذه الأجهزة تعرض السكان إلى استنشاق الهواء لعدة ساعات بدون انقطاع مما يؤدى إلى إيواء وانتشار الفطريات غير الصحية. وقد يؤدى ذلك إلى الشعور بصداع وغثيان. وتحبس المبانى محكمة الإغلاق المركبات العضوية المتطايرة Volatile organic compounds (VOCs) والتى يمكن أن تتسرب من خلال المواد المركبة، والأثاث، والسجاجيد، والدهان، وتتراكم هذه المواد بتركيزات تزيد إلى أكثر من مائة مرة عند وجودها خارج هذه المبانى. وقد يؤدى التعرض طويل المدى لبعض المركبات العضوية المتطايرة (VOCs) إلى زيادة احتمالات التعرض لمرض السرطان أو الخلل فى الجهاز المناعى [41].

وقد تصل التكاليف الطبية والإنتاجية للعامل نتيجة اعتلال الهواء داخل المبنى إلى عشرات البلايين من الدولارات كل عـام. وبالإضافة إلى ذلك فإن بعض الباحثـين يعتقدون أن دورة الهواء المـحكومة قد تسهل انتـشار الأمراض التى تنتقل عن طـريق الهواء مثل البـرد العادى والأنفلونزا. وإذا ثبت صـحة هذه الاعتقادات فسـوف يرتفع التأثير الاقتصادى لهذه الأبنيـة المريضة، وقد يصل إلى مئات البلايين من الدولارات سنوياً [42].

كيف يمكن تـشييـد مبانى أفـضل؟ سوف نحصل علـى بعض الإجابات من الماضى. ففى فترة اتسمت بالوفـرة الواضحة ــ قد يكون من السهل أن ننسى أن الندرة هى أم الاختراع، وهى التى دفعت بعـدد لا يحصى من الحضارات على مدى آلاف السنين لأن تسلك الطرق المثالية لعمل أكثر ما يمكن من أقل شىء ممكن. وقـد نستطيع الحصـول أيضاً على بعض الأجوبة من المـعامل التى يقوم فيهـا الباحثون بالتطوير المستـمر لمواد أكثر منفعـة لصحة الإنسان وموارد وتـقنيات أكـثر كـفاءة للاسـتخـدام. وسوف يزداد إعـادة استـخدام الأساليب القديمة فى الأبنية الجيدة، والتى أهملهـا، حالياً، المصممون، مع ربطها ببعض التقنيات الحديثة لخلق تركيبة أفضل للبيئة والحياة البشرية.

الاهتمام بمواد البناء

إن القرار الأسـاسى الذى يجب أن يأخذه كل مـن يعمل فى مجـال البناء هو

نوعية المواد التى يجب أن تستخدم فى البناء. فالاختيارات فى نوعية المواد قد تصيب المرء بالدهشة لكثرتها. فهى قد تشمل الطوب النيئ الذى يتم تجفيفه تحت أشعة الشمس وحتى الاختراعات الحديثة مثل القينيل. ويستطيع كل مصمم ـ عند اختيار أحد هذه المواد ـ أن يحكم على نوعية هذه المواد طبقاً للعديد من المواصفات: فبجانب سهولة التعامل معها، يجب أن تكون قادرة على عزل انتقال الكهرباء أو الحرارة أو الصوت، وتمنع أى تسربات هوائية، كما تتحمل الضغط والجهد الزائدين، ومقاومة للنار، وضد الرطوبة والتآكل، بجانب جمال منظرها وقلة تكلفتها.

وهناك الكثير من الأمور التى تدعو المصممين المهتمين بالبيئة إلى القلق. فوراء كل مادة من هذه المواد تاريخ طويل من التصنيع. وكل خطوة تمر بها هذه المواد أثناء صنعها لها تكلفتها البيئية والصحية سواء كان الحصول عليها يتم عن طريق الفأس أو أنابيب السحب. فالمواد التى ينبعث منها مركبات عضوية متطايرة، يظل لها نفس المفعول داخل المبنى. فالثمن الذى تدفعه كل مادة مستخدمه فى البناء فى البلاد الصناعية ثمناً غالياً للغاية، بجانب عدم وجود حلول بديلة كثيرة.

وتستطيع صناعة البناء استخدام مواد أكثر تحملاً. والأسس العريضة للحصول على هذه المواد معروفة: الحصول على مواد تستلزم أدنى حد من تكلفة الانتقال والمعالجة ـ أى مواد محلية طبيعية، وتجنب المواد التى تنبعث منها

التوكسينات (المواد السامة)، واستخدام المواد بكفاءة، واستخدام المواد التى يمكن إعادة تجديدها، أو إعادة تدويرها أو كليهما.

من المفيد للمصممين، عند استخدام القاعدة الأولى معرفة مقدار الطاقة التى تستخدم لتصنيع كل مادة. وكلما قلّت عمليات المعالجة، وقصرت المسافة عند نقلها كلما انخفضت كمية الطاقة المستخدمة بجانب انخفاض التلوث الذى ينتج أثناء تصنيعها. ونظراً لأن الطاقة اللازمة للحصول على المواد التقليدية ـ مثل الخشب والحجارة والطين اللبن ـ قليلة إلى حد ما، فهى تقع جميعها فى نطاق المواد ضعيفة التأثير. ولكن المواد التى تتسم بالقوة والشفافية وموصلة جيدة للكهرباء فهى المواد المفضلة عند تشييد المبانى الحديثة بالرغم من استخدامها لطاقة أكثر وتنتج مواد ملوثة أكثر (انظر الجدول 2).

وقد يؤدى إنتاج الصلب، على سبيل المثال إلى تلوث بيئى شديد. كما يؤدى استخراج الحديد من المناجم إلى إنتاج نفايات تؤدى إلى تلوث جداول المياه القريبة بالمعادن الثقيلة عن طريق الارتشاح. وقد ينبعث الرصاص وبعض المعادن الثقيلة السامة من مواقد إنتاج الصلب المفتوحة. وتنتشر أفران صناعة الصلب المفتوحة فى الكتلة الشرقية السابقة وبعض الدول النامية. ولكن، لحسن الحظ، فإن الدول ذات اقتصاديات السوق المتقدمة تستخدم أفراناً متقدمة، وكميات أكبر من الصلب المعاد تدويره، كما أنها تستهلك طاقة

جدول 2: الطاقة المستخدمة فى إنتاج وإعادة تدوير مواد مختارة للبناء فى المملكة المتحدة [1]

المادة	إنتاج المواد الخام	إعادة التدوير
	(جيجاجول فى كل طن)	
أسمنت	0.5 - 1.5	0.5 - 1.5[2]
طوب	2.5 - 6.1	
خشب (محصول محلى) [3]	4 - 5	
زجاج	13 - 25	10 - 20
لدائن (بلاستيك)	80 - 220	50 - 160
صلب	25 - 45	9 - 15
نحاس	70 - 170	10 - 80
ألومنيوم	150 - 220	10 - 15

(1) إن المجالات الواسعة فى هذه المعلومات تعكس الاختلافات فى عمليات التصنيع من مصنع إلى آخر، وفى المواد التى تنقل عبر مسافات بعيدة. (2) استخدام الخرسانة القديمة المسحوقة للتكميل وجميع أنواع الأسمنت البورتلاندى الجديد (3) عادة لا يتم إعادة تدويره، بالرغم من إمكانية إعادة استخدامه، أو ضمه إلى بعض منتجات البناء الأخرى.

المصدر: Nigel Howard, Davis Langdon Consultancy, London, printout, September 20, 1994, and private communication, September 27, 1994; recycling energy use for glass and plastics are Worldwatch estimates, based on ibid., and on data from Jeffrey Morris and Diana Canzoneri, *Recycling Versus Incineration: An Energy Conservation Analysis* (Seattle, Wash.: Sound Resource Management Group, 1992).

أقل. وبالإضافة إلى ذلك فإن نسبة التلوث المنبعثة من هذه الأفران منخفضة بشكل ملحوظ عن مثيلتها من الأفران المفتوحة. ولكن ـ طبقاً لبيانات من المملكة المتحدة ـ فمازال استخدام بعض المواد مثل الصلب، والنحاس، والألومنيوم، والخرسانة، يؤدى إلى زيادة استخدام الطاقة من 2 إلى 4

أضعاف. وبغض النظر عن خصائص هذه المواد المتميزة، وتكاليفها البيئية العالية، فإن المصمم المهتم بالبيئة يحتاج إلى استخدام المواد الحديثة بدقة تماثل استخدام تاجر الجواهر للمعادن النفيسة [43].

وتقودنا فكرة العودة إلى إقامة مبانى أكثر تحملاً ومرونة عند تصميمها، إلى أهمية التمييز بين أنواع المواد المستخدمة فى البناء. وبالرغم من أن الموادغير العضوية فى صناعة البناء قد تنقصها المرونة إلا أنها شديدة التحمل مما يجعلها مادة مثالية فى أعمال التشييد. إن معظم المبانى القديمة التى بقيت على مر الزمان ــ مثل الأهرامات المايانية (فى أمريكا الوسطى والمكسيك) والمصرية، والبارثينون، وتاج محل ــ مصنوعة من الحجارة. وعلى العكس من ذلك فإن المواد العضوية وبالأخص الأخشاب، أكثر عرضة للفناء. لأن الذرات المعقدة الموجودة فى شعاع خشبى تحتوى على 15 جيجا جول من الطاقة لكل طن، مما يجعل الخشب أكثر عرضة للعفن وهجوم النمل الأبيض، أو أسهل فى استخدامه كوقود للنار. ولكن نظراً لأن الخشب أسهل فى استخدامه وأرخص فى تكلفته فإنه مناسب عند بناء وحدات سكنية تتغير كل عدة سنوات مثل المنازل ذات الحوائط غير الحاملة للثقل [44].

وقد استخدمت الحضارات ذات المناخ المتعدد ــ وحيث تتناثر المواد العضوية فى مناطق متفرقة ــ مواد غير عضوية شديدة الاحتمال فى صناعة منازلها: وهى كلها مستخرجة من الأرض نفسها. فقد صنع البناءون الصينيون

القدامى حائط الصين العظيم من الطين المكبوس فى قـوالب صلبة. كما عثر علماء الآثار ـ فى الشـرق الأوسط ـ على قوالب من الطين اللبن مـصنوعة من آلاف السنين. كما اتجهت معظم أوروبا، من انجلترا وحتى البلقان، إلى استـخدام الطين اللبن بعد تدمـير غاباتها فـى القرون الوسطى. ويسكن الآن حوالى خُمسين من البشر فى منازل مـصنوعة من المواد الأرضية مثل التراب والطين اللبن [45].

وقد يوحى الـتاريخ الطويل لاستـخدام المـواد الأرضية بالبـداءة، ولكن هذه المواد مناسبـة تماماً لتشـييد المبـانى الصغيرة والمتـوسطة الحجم. وهى لا تحتاج مثـل الأسمنت والطوب إلى طاقة عالية ونار عاليـة الحرارة. إن التربة الملائمة للبناء موجـودة فى كل مكان فى مواقع التشييد وفى أنحـاء كثيرة من القارة الأمريكية، وأوروبا، وأفريقيا، وآسـيا. وفى اليمن يصل ارتفاع المبانى المصنوعة من المواد الأرضية إلى خمسة طوابق. كما أن المبانى المشيدة من هذه المواد لا تؤثر فيـها النار كما أنها ضـد العفن، وقد تصبح أكثر مـقاومة للزلازل ـ إذا استخدم فى تشـييدها التقنيات الملائمـة ـ وأفضل من المبانى المشيدة من الخرسانة والطوب [46].

وقد يفـضل العاملون فى مـجال البناء ـ فى الأقاليم التى تـتسم تربتهـا بعدم صلاحيـتها لمواد البناء ـ استـخدام المواد القابلة للفناء ولكنها مـواد عضوية دائمة ومتاحة، عن المواد غير العضوية التى تشحن بالبواخر من أماكن بعيدة.

وبالرغم من أن الخشب سـيظل المادة المفضلة للبناء فى الأمـاكن التى ينتشر فيها استـخدامه فمازال هناك مواد عضوية أخرى متـاحة. وقد حظيت المبانى المشـيدة على نظام ولاية نبـراسكا فى الولايات المتحـدة ــ والتى تصنع من بالات القش المكبوسة والمكسوة بالجص ــ باهتمام بعض العاملين فى مجال البناء فى أوائل التسعينيات من هذا القـرن. وبالإضافة إلى وفرة القش (يحرق المـزارعون 180 مليون طن من القش سنوياً، فى الولايات المـتحدة فقط، والتى تـكفى لبـناء 5 مليون منزل) فـإنه سهل الاستخـدام وعازل من الطراز الأول للحرارة (47).

وفى البلاد الصناعيـة، حيث ترتفع تكلفة اليد العاملة، بدأ مسـتخدمى المواد المسـتخرجـة من الأرض مثل الطين والقش فى العمل على تقـليل التكلفة. وهناك إحدى الشركات البريطانية تصنع منذ ما يقرب من نصف قرن ــ ألواح ضخـمة للبـناء من القش المضـغوط والتى يمكن أن تحـل محل الدعـامات الرئيسية المصنوعة من الخشب فى الأسطح والأسقف والأرضيات والحوائط. وقد صـدَّرت هذه الشركة مصـانع لأكثر من خمـسين دولة تشمل استـراليا، والولايات المتحدة، وكينيـا، والبرازيل، والصين. وينتج كل مصنع من هذه المصانع ــــ يومياً ــ 2,000 متر مربـع من الألواح المصنوعة من القش بأقل قدر من العـمالة، والطاقة، والتلوث. وقـد أشارت الشركـة فى تقاريرها إلى زيادة الاهتمام بهـذا النوع من الألواح خلال السنوات الأخيرة. وبالمـثل فقد باعت شركات فى كل من استراليا، وألمـانيا، وسويسرا، والولايات المتحدة

ماكينات صغيرة تنتج حوالى 900 كتلة مضغوطة من المواد المستخرجة من الأرض كل ساعة. وقد صرح مايكل لانجلى، وهو أحد العاملين فى مجال البناء فى بلدة أوستن بولاية تكساس، بأنه يستطيع منافسة صانعى المنازل المشيدة من الحجر أو الطوب التقليديين بكفاءة بمجرد استخدامه آلة واحدة من هذه الآلات. إن التكلفة البيئية للكتل الأرضية المصنوعة بهذا الأسلوب ـ تقدر بنسبة 1 إلى 500 من تكلفة صناعة الطوب ـ إذا قيست بمقدار الطاقة المستخدمة [48].

ومن الأسباب الأخرى لزيادة الاهتمام بمواد البناء هو تأثيرها الفعلى على جودة الهواء داخل المبانى. لأن معظم مركبات مواد اللصق والتجفيف فى صناعة السجاد، والقشرة الخشبية، والألواح الرقيقة، والخشب الرقائقى، والدهانات المصنوعة من مواد بترولية ينبعث منها مركبات عضوية متطايرة ضارة بالصحة. أما بالنسبة للدهانات فتوجد بدائل أفضل مصنوعة من بذر الكتان. كما أن للخشب الرقائقى، والألواح المجدولة والرقيقة والتى تحتوى على مواد غروية معيارية مصنوعة من الفورمالدهايد، فهناك العديد من البدائل التى يمكن أن تحل محلها مثل الألواح المصنوعة بغراء ذو مركبات عضوية متطايرة ضعيفة، والأسمنت، والجبس أو الخشبين وهو مادة طبيعية تستخدم فى اللصق فى صناعة الأخشاب. وقد ينظر ـ على المدى البعيد ـ العاملين فى مجال البناء بعين الاعتبار إلى استخدام المواد غير العضوية والتى ينتج عنها مشكلات أقل بالنسبة لجودة الهواء [49].

إن التحدى الثانى ـ بعد اختيار المواد ـ بالنسبة للعاملين فى مجال البناء، هو استخدامها بكفاءة بقدر الإمكان. وقد تقدم فن استخدام الأخشاب تقدماً ملحوظاً بسبب اختفاء الغابات البدائية من أماكن كثيرة فى العالم. وفى عام 1993 استطاعت شركة داڤيز انيرچى جروب Davis Energy Group وشركة الباسيفيك للغاز والكهرباء فى مدينة دافيز بولاية كاليفورنيا، عند تشييد أحد المنازل، وضع ألواح الأخشاب على مسافات متباعدة بدون تعريض سلامة المبنى لأى مخاطرة، ولكنه يوفر نصف كمية الخشب. وقد شيَّد «مركز تكنولوچيا البناء» فى مدينة ميسولا بولاية مونتانا، منزلاً يمثل تقنيات أكثر تعقيداً خاصة بالبناء المتميز القائم على استخدام الأخشاب. فقد تم حشو الحوائط بمواد عازلة بين الألواح المجدولة ذات المركبات العضوية المتطايرة الضعيفة، بدلاً من استخدام الأطر العادية المصنوعة من الخشب والتى تحتاج إلى دعامات وعوارض طويلة من الأشجار كاملة النمو. وبالإضافة إلى ذلك تم استخدام عوارض مستقيمة مترابطة على حرف I للأرضية مصنوعة من فتات الخشب تشبه مثيلاتها من الفولاذ. وتتسم هذه الطريقة بقدر كبير من المتانة والقوة بجانب توفير كمية الخشب المستخدمة بنسبة 75٪. وهى رخيصة مثل الخشب الرقائقى لأنها مصنوعة من فتات الخشب الذى يتم عادة التخلص منه كنفايات. وقد جذبت هذه الدعامات انتباه العاملين فى مجال البناء خلال العشر سنوات الماضية. وطبقاً لإحدى الدراسات فإن 64٪ من العاملين فى مجال بناء المنازل فى الولايات المتحدة يستخدمون هذه العوارض والدعامات [50].

«لقد تم بناء كنيسة سانت ألبانى منذ 900 عام من بعض الطوب الذى تم الحصول عليه من حطام أبنية رومانية يرجع قدمها إلى ما يقرب من 1000 عام».

ويستطيع البناءون أيضاً استخدام المواد الحديثة بكفاءة أكبر. وقد قل استخدام الصلب فى بناء الأبنية المكتبية الحديثة إلى الثلث فى الولايات المتحدة الأمريكية منذ الستينيات، واستعاض عنه باستخدام الخرسانة المسلحة التى يدخل فى تركيبها الحديد الصلب التى تحتاج إلى طاقة أقل. وفى عام 1993 طورت إحدى الشركات الفرنسية خرسانة تتكون من آلاف الأسلاك الحديدية فى حجم الشعرة بدلاً من القضبان الحديدية القياسية. وقد اتسمت هذه الخرسانة بالمتانة والقوة المطلوبان من الخرسانة التقليدية والتى تبلغ فى تخانتها ثلاثة إلى أربعة أضعاف، بجانب توفير إضافى فى المواد [51].

وهناك طريقة هامة أخرى مماثلة لمواصلة استخدام المواد وهى إعادة استخدام المواد وإعادة تدويرها. وينتج عن عملية التشييد التقليدية فى أمريكا الشمالية حوالى 20 إلى 35 كيلوجرام من المخلفات الصلبة لكل متر مربع من المساحة الأرضية. ويتكون معظم هذه المخلفات من بقايا الطوب والخرسانة وقطع الأخشاب الصغيرة والتى يتم إعادة استعمالها أو إعادة تدويرها. ولإدراك وزارة الطاقة الكندية لهذه الحقائق أقامت مسابقة للتصميم فى عام 1991 أطلق عليها «برنامج المنازل المتقدمة» لعرض المنازل التى توافرت فيها اللمحة الفنية مع الأبعاد البيئية والصحية مثل الطاقة، واستخدامات الماء والمواد الأخرى، بجانب جودة الهواء داخل المنازل. وقد حقق عدد من الفائزين العشرة إنجازاً مثيراً عن طريق خفض مخلفات التشييد. وقد استطاع صانعى «المنزل البيئى Envirohome» فى نوفاسكوتيا إعادة تدوير ثلثى 3.4

طن من الأنقاض التى كان من الممكن استخدامها فى أعمال الردم فقط. كما استخرج القائمون على أعمال بناء «المنزل الأخضر» فى ووترلو بأونتاريو خمسة كيلوجرامات من المخلفات ــ أما الباقى الذى كان ــ عادة ـ يتم التخلص منه فقد تم استخدامه فى مبانى أخرى أو أعيد تدويره [52].

ومن الأسهل، عادة، إعادة استخدام المواد غير العضوية عن المواد العضوية. فمن السهل إنقاذ قوالب الطوب والأسمنت بدون أن يصيبها أية أضرار عند تدمير أحد المبانى. فكنيسة سانت ألبانى التى مازالت قائمة فى جنوبى انجلترا، والتى شُيدت منذ 900 عام بنى جزء منها من طوب تم الحصول عليه من حطام أبنية رومانية يرجع قدمها إلى ما يقرب من 1000 عام. وتستطيع الفرق الحديثة المتخصصة فى تدمير المنازل تحطيم كتل الخرسانة الضخمة وخلط ما ينتج منها من مسحوق أسمنتى ناعم بأسمنت إضافى لعمل خرسانة جديدة. وقد استطاعت أحد هذه الفرق فى مدينة سيدنى باستراليا والتى هدمت ناطحة سحاب كاملة إلى تجميع الزجاج والحديد والخرسانة كل على حدة وإرسالها لأماكن إعادة التدوير. وهو أسلوب قد يشاع استعماله نظراً لازدياد تكلفة أعمال الردم [53].

وتجد الشركات صعوبة فى الحصول على عملاء جدد لشراء قطع الأخشاب المحشوة بالمسامير. ولكن من الممكن إجراء عملية تشبه عملية إعادة تدوير

الورق، عن طريق شحذ أو طحن القديم منها وإعادة استخدامه كألياف. وقد أنشأ أحد الأشخاص فى ولاية كاليفورنيا شركة لصناعة أحد المواد التى أطلق عليها اسم «جريدكور gridcore» من خليط من أوراق الصحف القديمة، وصناديق الكرتون والأخشاب لإعطائها أقصى درجة من القوة والمتانة بجانب أدنى حد من الثقل. ومن المعتقد أنه فى القريب العاجل سيتم استعمال هذه المادة فى بناء منازل بأكملها عن طريق استخدام هذه العوارض والدعامات الجديدة، والمسامير كبيرة الرأس، والألواح. وقد استطاعت الشركة الجديدة الحصول على بعض العملاء المتميزين. مثل شركة الإلكترونيات العملاق «سونى»، كما شرعت فى التعاون مع «صناعات أرمسترونج العالمية» والتى تنتج 80٪ من قرميد الأسطح على المستوى العالمى [54].

إن اختيار مواد البناء سيصبح من أكثر الأشياء صعوبة بالنسبة للمصمم الذى يهتم بشئون البيئة. كما أن التنوع فى الاهتمامات العملية والبيئية فيما يختص بمسألة المواد يوازى التنوع فى أساليب التعامل معها. ونظراً لهذه التعقيدات، فقد لا توجد بدائل مثالية للمواد التقليدية ولكن قد يوجد ما هو أفضل منها. وعندما ترتبط الاختيارات بالسرعة، فإنه يجب على المصممين النظر إلى اختيار المواد وكأنه عملية دائمة التغير. ومع مرور الوقت سيتطور إلى الأفضل تفهمهم لهذه الاختيارات، وستظهر حلول أخرى مثل مادة «الجريدكور» وآلات صنع الكتل الأرضية.

التصميم طبقاً للمناخ

إن منـزل داڤيـز ــ منزل كاليفورنيا الذى صنع بنصف كـمية أخشاب المناطق المجاورة ــ لا يتميز فقط بتوفـيره للمواد. فهذا المنزل يقف فى اتساق شديد مع المبانى الجديدة فى الضواحى المجـاورة، وهو يتضمن جراچين ضخمين للسيارات، وتتصدره الحشائش الخضراء التى جُزّت بعناية. ولكن وجوده فى منطقة تصل درجة الحرارة فـيها فى فصل الصيف إلى 40 درجة فهرنهـايتية، يجعله منزلاً فريداً فى نوعه لسبب واحد فـقط وهو عدم وجود أجهزة تكييف على الإطلاق (55).

كان الهدف الأساسى لشركة ب ج ، إ PG & E للقيام بمهمة بناء منزل داڤيز هو الإثبات بالدليل الواضح قدرة التصميم الجيد على تقليل احتياجات الطاقة وتوفير المال بدون التضحية بوسائل الراحة. وقد قرر المصممون ــ باستخدام عمليـة متكاملة ــ أن فى استطاعـتهم توفيـر أكبر قدر من المـال والطاقة عن طريق تجنب استخدام الآلات الإضافيـة بقدر الإمكان، وتهيئة المنزل ــ بدلاً عن ذلك ــ للتكيف بطريقة أفـضل مع بيئتـه المجاورة. ولذلك فقـد وضعوا خطة لتقليل الفجوات والانبعاجات فـى الأرضية إلى أقصى حد ممكن لتقليل كمية امتصاص الحرارة عن طريق المساحات السطحية، مع إجراء عملية عزل جيدة، ووضع النوافذ فى أماكن تسمح بالتقاط أشعة الشمس فى أوقات معينة فقط فى اليـوم وفى السنة. كما تم طلاء السقف بلون يعكس ضـوء الشمس

إلى السمـاء، واستخدام بلاط للأرضـية وحوائط داخليـة سميكة لامتـصاص الحرارة خلال النهار وإطلاقها أثناء الليل [56].

53

ونتج عن ذلك تصـميم جاهد فى سـبيل تسخـير القوى الطـبيعـية فى بعض الأوقات، وانحـرافهـا فى أوقات أخـرى من أجل خلق مناخ داخلى مناسب يسـاعد علـى العيش فـيـه طوال السنة. وبعـد توفر كل هـذه الصفـات بدأ المصممـون فى اللجوء إلى الميكنة بإضافة مـراوح فى الغرف للأيام الشديدة الحرارة من السنة، وتركيب جهاز للتدفئة يعمل بالغاز بكفاءة عالية لاستخدامه فى الأيام الشديدة البرودة [57].

وطبقاً لآراء ساكنى المنزل، بجانب المقاييس الموضوعية فإن شركة PG &E قد نجـحت فى خلق منزل مريح واقـتصادى وشـديد الكفاءة. وقـد تضمنت المـعلومات المـبدئيـة بقـرب الوصول إلى الهـدف المـعنى الخاص بتـقليل استخدام الطاقة إلى 60٪، والذى يعنى توفير مبلغ 1,600 دولار من فاتورة الطاقـة فى السنوات العـشرين الأولى. وبمـجـرد استـخـدام هذه التقنيـات استخـداماً تجارياً فإن تكلفة بناء مـثل هذا المنزل يجب أن تقل بمبلغ 1,800 دولار بالنسبة للتصميم المعيارى التقليدى [58].

إن ملاءمـة منزل داڤيـز للبيئة المحلية يعـد من الحالات الاستثنائية فى الدول الصناعية. بينما كان المصممين يلجأون إلى إقامة المبانى بقرب مصادر المياه

أو بأسلوب يجعلها تحصل على أكبر قدر من الهواء العليل وأشعة الشمس فى الشتاء، فقد لجأ معظم المعماريون المعاصرون إلى تصميم منشآتهم طبقاً لوسائل أخرى أكثر نفعية ـ وهو الإسراف فى استخدام النظم الآلية التى ستقوم مقام ما يطلق عليه التصميم غير العملى. وبدون هذه الأنظمة فإن المبانى قد تعانى من البرودة الشديدة فى الشتاء، والحرارة العالية فى الصيف.

وبمجرد انتشار التحكم الآلى للمناخ، أصبح فى استطاعة المصممين إنشاء أى مبانى فى أى مكان مادام فى استطاعتهم توفير الطاقة بوفرة داخل المبنى. فعلى سبيل المثال، فإن المنزل المقام فى كيب كود والذى شُيِّد على مولدات لمقاومة الرياح الشديدة واستغلال ضوء الشمس الضعيف أثناء فصل الشتاء فى الشمال الشرقى للولايات المتحدة، أصبح من الممكن إقامته فى فرچينيا حيث المناخ المعتدل. وفى عام 1937 تنبأ لى كوربوزييه Le Corbusier رائد العمارة الحديثة ومبتكر المبانى السكنية العالية الحديثة قائلاً: «إنى أهدف إلى إقامة مبناً واحداً لكل البلدان ولكل أنواع المناخ». وقد أصبحت أعمدته الخرسانية الرمادية اللون، والتى اعتبرت فى يوم من الأيام لا تصلح للسكنى فى أى مكان، هى أماكن السكنى فى كل مكان ـ بإضافة أجهزة التكييف، والمصاعد، وتدفق الماء والطاقة طوال الوقت [59].

إن نصف الطاقة المستخدمة فى تشغيل وتشييد أى مبنى مسخرة لإنتاج مناخ

صناعى داخلى ــ التدفئة، والتبريد، والتهوية، والإنـارة ــ ولذلك فإن التوفير المحتمل من التصمـيمات القائمة على استخدام القوى الطبيـعية للقيام بنفس الأغراض ــ قد يشكل مبـلغاً كبيراً للغاية. ولذلك فإن التـصميم الذى يراعى المناخ قد يكون أفضل وسيلة لتقليل التأثير البيئى للمبانى الحديثة [60].

وتختلف الأساليب ــ رغماً عن ذلك ــ من مبنى إلى آخر. فالمبانى الصغيرة تسرب أو تمتص الحرارة بصورة أكبر طبقاً للمساحة الداخلية والتى تجعل من وسائل العزل أمراً أساسياً. وعلى العكس من ذلك فإن المبانى الضخمة تفقد القليل من الحرارة عنـد ازدياد البرودة فى الخارج، وتكتـسب حرارة أقل عند دفء الجو فى الخارج ــ ولكن تتطلب تقنيات خاصة لاستخدام أفضل الطرق لاستـخدام أشعة الشـمس فى الإضاءة. وبالإضافـة إلى ذلك، فإن التصـميم الذى يراعى البـيئة، يـجب أن يتكيف مع الاختـلافات الإقليـمية عنـد إتاحة الموارد مثل ضوء الشمس، والرياح، والأمطار [61].

إن جميع المبانى ــ مثل الحـيوانات ذات الدم الحار ــ ولكن الصغيرة بشكل خاص، تحـتاج إلى جلود فعالة للتـحكم فى درجة حرارتها الداخلـية خلال اليوم وعلى مدار السنة. وقد شغلت هذه الفكرة البسيطة الوعى العام فى كثير من البلدان أثناء أزمـات البتـرول فى السبعـينيات من هذا القـرن، واضطرت مـلايين الأشخـاص إلى إضـافـة المواد العـازلة للحـوائط وأسـقف المنازل والشرائط المطاطية العازلة للحرارة على النوافذ. وقد أدى ذلك إلى انخفاض

كمية الحرارة الصناعية المطلوبة لكل متر مربع فى البيت العادى فى الولايات المتحدة إلى 40٪ بين عام 1973 وعام 1990. كما وصل هذا الانخفاض إلى أكثر معدلاته فى الدانمارك حيث وصل إلى 46٪ [62].

ومن المحتمل زيادة المكاسب، خلال العشرين عاماً القادمة، فى بلاد الكتلة الشرقية السابقة، حيث تجاهل التخطيط الاقتصادى المركزى السابق الإسراف فى استخدام الطاقة. ومع استخدام هذه البلاد للأسواق فى تحديد سعر الطاقة سيؤدى ذلك إلى خلق الدافع الاقتصادى لتحسين الكفاءة التى حققها الغرب منذ ما يقرب من عشرين عاماً. ولكن، على المدى القصير، قد يمنع نقص رؤوس الأموال أصحاب المبانى من استثمار هذه الكفاءة إلا إذا قدمت الشركات والهيئات فى الدول الغربية يد المساعدة. ولتحقيق إمكانية هذا التعاون قامت الحكومة السويدية حالياً بتمويل مشروع فى بلدة تالين باستونيا يستخدم بعض الإجراءات البسيطة التى تتضمن المواد العازلة، والأشرطة المطاطية على النوافذ وذلك لخفض استخدام الطاقة فى المبانى السكنية إلى 30٪. ومع الانخفاض الشديد الذى تم تحقيقه فى كل من الولايات المتحدة والدانمارك، وعدم الكفاءة الملحوظ فى المبانى الموجودة بالكتلة الشرقية السابقة، فإن إمكانية تحسين التكلفة الحقيقية قد يزيد بسهولة عن 50٪ [63].

وفى نفس الوقت، اكتشف بعض العاملين فى مجال البناء فى الغرب أن

«إن التصميم طبقاً للمناخ قد يكون أفضل وسيلة لتقليل التأثير البيئى للمبانى الحديثة».

تحديد المصممين منذ البداية لأماكن إحكام الهواء والتكامل الحرارى، قد يجعل من الأبنية الحديثة مكاناً أكثر راحة وكفاءة من الأبنية القديمة التى تم تجديدها وتحسينها. وخلال العشر سنوات الماضية تم بناء أكثر من 100,000 منزل يستخدم مواد عازلة فائقة الجودة وسميكة، مع تشييدها بعناية لمنع أى تسرب هوائى، فى كل من الدول الاسكندنافية وأمريكا الشمالية. وكانت هذه المنازل شديدة الإحكام لدرجة أن الدفء المنبعث من الأشخاص، ومن الأضواء، ومن الأجهزة يتحول أيضاً إلى عامل لتدفئة هذه المنازل (64).

ولكن قد ينتج، بدون شك، فى حالة التصميم غير الجيد للمبانى محكمة الهواء تراكم المواد الملوثة مثل دخان السجائر، والفطريات، والمركبات العضوية المتطايرة، وغاز الرادون، داخل هذه المبانى. ولكن، يعتقد معظم البحاث بأن المبانى ذات التصميم الجيد تستطيع أن تتمتع بهواء داخلى نظيف وصحى عن طريق تزويدها بأنظمة للتهوية تعمل طوال السنة. والأهم من ذلك هو القضاء على مصادر الملوثات عن طريق اختيار مواد ذات مركبات عضوية متطايرة منخفضة، مع إحكام غلق حوائط وأرضية البدروم لمنع ارتشاح غاز الرادون من الأرض (65).

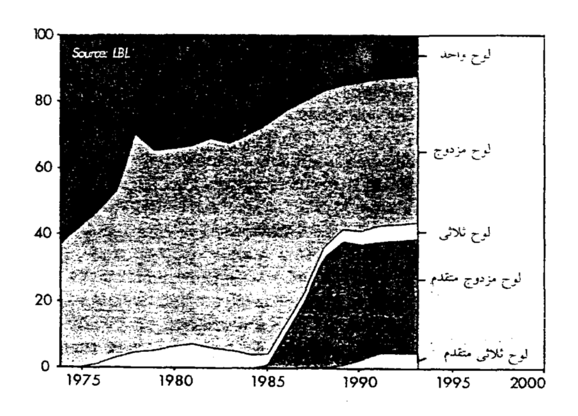
إن التقنيات الحديثة قد أحدثت ثورة فى فن صنع النوافذ التى تعد أكثر الأماكن تسريباً فى المبانى. وانتشر استخدام العديد من النوافذ متقدمة الصنع

فى أمريكا الشمالية. وجميع هذه النوافـذ مصنوع من طبقتين أو ثلاث طبقات من الألواح الزجاجية المنفصلة عن طريق طبقات عازلة من الهواء أو من غاز الأرجون، وتطلى بعض هذه النوافذ بطبـقة معدنية رقيقـة تسمح بمرور بعض الضوء المرئى، ولكنها تمنع الأشـعة فوق الحمراء غير المرئـية والأشعة فوق البنفسـجية (والـتى تنقل الحرارة فقط). وقـد ارتفع استـخدام سوق المـبانى السكنية فى الولايات المتحدة لهذا النوع من النوافذ من 1٪ عام 1985 إلى 39٪ عـام 1993، حيث حول الكثيـر من الصناع جميع خطوط الإنتاج إلى هذه التقنيات الجديدة. (انظر شكل 3) [66].

وقد أدى التغير الحالى فى هذا السـوق إلى توفير أصحاب المنازل لحوالى 5 بليون دولار أمريكى فى فاتورة التدفئة والتبريد كل عام ـ وهو رقم مثير ولكنه لا يمثل الكثيـر فى مبلغ الـ 22 بليون دولار فى الوفر الإضـافى للتكنولوچيا المتـاحة. إن هذه النوافذ متـقدمة الصنع لا تعزل فـقط ستة أضعـاف النوافذ العادية بل نظراً لأنها تسمح بمرور ضوء الشمس فإنها تستطيع الاستئثار بطاقة أكبر من الطاقة التى تفـقدها. وقد أكد الفائزون فى مسابقة المنـازل المتقدمة التى أقيـمت فى كندا على أنه حـتى فى الأماكن المـرتفعة فـإن المنازل التى تشمل نوافذ متقدمة بجـانب المواد شديدة العزل قد تحقق على الأقل نصف احتياجاتها من التدفئة المنخـفضة عن طريق السماح بدخول ضوء الشمس فى فصل الشتاء [67].

وقد طورت أوروبا أسلوباً ممـاثلاً فى الفعالية ولكنه مخـتلف بالنسـبة لكفاءة

الشكل 3: سوق المباني السكنية لتقنيات الطلاء المختلفة في الولايات المتحدة، 1974 - 1993



الطاقة بالنسبة للمنافذ من أبواب ونوافذ. فعادة تستخدم المكاتب والمنازل في أوروبا نظماً للمظلات خارج النوافذ. وتعمل بعض هذه المظلات مثل الستائر الفينيسية بينما يمكن بسط أو لف بعضها على ما يشبه الأسطوانة. وتستطيع هذه النظم من المظلات الخارجية حجب الضوء لمنع الحرارة العالية طبقاً للاحتياج. كما أنه يمكنها أيضاً عزل الحرارة إذا تم شدها أثناء الليل البارد

بجانب أنها تعد أيضاً إجراءً أمنياً [68].

تستطيع المبانى المشيدة فى المناطق ذات المناخ المعتدل الحصول على معظم حاجتها من التدفئة عن طريق أشعة الشمس. ويرجع هذا الأسلوب إلى زمن بعيد قد يصل إلى عصر اليونانيين القدماء، الذين كانوا يلجأون إلى الشمس للحصول على التدفئة عند مواجهتهم لأزمة فى الحصول على الخشب للوقود. وكان ذلك يتم عن طريق تشييد معظم مبانيهم مواجهة ناحية الشرق مع وجود فتحات كبيرة تجاه الجنوب. وهذا الأسلوب فى التشييد يمكنه احتواء أكبر قدر من الأشعة الشمسية فى الشتاء ـ عندما تنخفض الشمس فى السماء ـ وهو أكثر الفصول احتياجاً لحرارة الشمس. ولكن ـ أثناء الصيف ـ حيث ترتفع الشمس فى أعلى السماء، فإنها تحجب الضوء المباشر. وقد اهتمت، بالمثل، الكثير من الشعوب مثل الرومان، والصينيين، واليابانيين وقبائل هنود الاناسازى فى أمريكا الشمالية بموقع الشمس عند تخطيطهم لإقامة مبانيهم [69].

وعلى عكس المفهوم العام، فإن المدن المزدحمة تستطيع استخدام الطاقة الشمسية بأسلوب أكثر فعالية. فيمكن بناء المبانى السكنية التى ينقصها الأشعة الشمسية بكثافة تصل من 35 إلى 50 مبنى فى الهكتار الواحد، ولكن فى ضواحى الولايات المتحدة فإن المبانى السكنية لا تزيد عن عشرة منازل فى الهكتار الواحد. وقد أثبتت جمهورية فيمار الألمانية ـ والتى تعرضت لنقص

في السيولة النقدية في العشرينيات من هذا القرن ـ وصلت إلى بليون دولار لتعويضات الحرب ـ نجاح هذا الأسلوب عندما شيدت أحياءً كاملة من المنازل التي تحصل على التدفئة من الشمس وذلك لتوفير نفقات الطاقة. كما تقوم مدينة برلين حالياً بتجربة هذه الفكرة على أحد المشروعات التي تتضمن مجموعة من المباني ذات الستة طوابق مزودة بوحدات شمسية مثبتة تجاه الجنوب للاستئثار بأقصى قدر من أشعة الشمس [70].

ويستخدم أيضاً بعض المعماريون هذه الأيام ما يعرف باسم الإضاءة النهارية والتي تستخدم ضوء النهار، والردهات الفسيحة وبعض التقنيات الأخرى لتقليل الاحتياج إلى الضوء الكهربي. وليس بمستغرب أن تُظهر الدراسات أن الضوء الطبيعي هو أفضل أسلوب إضاءة للعين البشرية، وأن الوجود بقرب النوافذ يحسن من نفسية الإنسان. إن استخدام الإضاءة الطبيعية عن طريق ضوء النهار سواء بالنسبة للمدارس أو المكاتب التي تكتظ بالأشخاص عادة في فترة النهار قد أثبت فعاليته في خفض التكلفة، وتقليل الطلب بشكل ملحوظ على الطاقة الكهربية. كما أدى ـ في نفس الوقت ـ إلى تحسين كفاءة الإضاءة، وإلى زيادة الجانب الجمالي في الأبنية، ورضاء العاملين فيها. كما أن هناك الكثير من التقنيات الأكثر تعقيداً مثل النوافذ ذات المرايا، أو «أرفف الإضاءة» والتي يمكنها نشر الإضاءة الطبيعية وفوائدها داخل الأبنية [71].

وهناك استراتيجية مناخية أساسية أخرى تماثل الخزانات التى تحتفظ بالمياه من الأمطار الغزيرة للمدن أثناء مواسم الجفاف ـ وهى استراتيچية التخزين والتى تسمح للمبانى باستخدام الموارد الطبيعية بأسلوب أكثر كفاءة. فعلى سبيل المثال، فإن معظم المبانى ممكن تشييدها بقنوات تجميع للأمطار فى خزانات الحمامات بدلاً من الاستغناء عنها وتصريفها فى المصارف المائية الخاصة بالعواصف، وبالتالى تخفيض استهلاك المياه الصالحة للشرب. كما أن المبانى أيضاً يمكنها ـ مثل منزل دافيز ـ تخزين الحرارة. وهناك الكثير من الشعوب ذات الحضارات القديمة والتى تتمتع بالمناخ الجاف مثل شعب اللاداخى Ladakhi فى الهيمالايا، والبيوبلو والتى يطلق عليها الآن اسم نيومكسيكو، يشيدون منازلهم بحوائط ضخمة من الطين اللبن الذى يمتص الحرارة والأشعة الشمسية أثناء النهار ـ عندما تكون فى غاية الشدة ـ وتعكسها فى الهواء أثناء الليل ـ عندما تقل ـ مما يجعل المكان ذو حرارة معتدلة طوال اليوم. ويستطيع العاملون فى البناء استخدام خزانات للمياه، والقرميد المصنوع من الطفل، أو الكتل الخرسانية التى يمكن أن تؤدى نفس الغرض [72].

إن الأماكن ذات المناخ الأكثر حرارة والشائع فى الدول النامية، وفى المبانى الضخمة، لا تستخدم الأشعة الشمسية استخداماً جيداً بل تحاول التخلص منها. كما يمكن وقاية الأماكن الداخلية من الشمس عن طريق توجه الأبنية المناسب تجاه الشمس، والأفاريز العميقة والنوافذ الداخلية. كما أن تحرك

الهواء فى غاية الأهمية. إن المنازل التقليدية فى حيدر أباد بباكستان والمشيدة فى المناطق العالية مزودة بتجاويف للهـواء تجذب الرياح وتسحبها إلى أسفل لتدور خـلال كل طابق من المبنى. كـما أن المـبانى التقليـدية فى الولايات الجنوبية من أمريكا تـشمل شرفات ضخمـة فى مدخل المنازل تصلح مكاناً للجلوس فى ليالى الصـيف الطويلة ومكاناً للوقاية من الشمس، كـما تسمح بمرور نسمات الهواء الباردة (73).

وتنصح بعض الدراسات الميدانية بزراعة الأشجار حول المبانى مما يوفر ظلاً كافياً يخفض من احتياجات التبريد إلى حوالى 30٪. كما أن تخفيض الطاقة نتيجة استخدام أسقف الإضاءة الملونة والمواد التى تعكس أشعة الشمس بدلاً من امتصاصها قد يصل إلى 40٪. وتعطى المواد العازلة والنوافذ العازلة نفس النتيجة من حيث التخلص من الحرارة والاحتفاظ بها أيضاً. إن خفض تكلفة التبريد فى أحد المبانى الجديدة ــ مـثله مثل منزل دافيز ــ يخفف من فاتورة الطاقة وتكلفـة رأس المال لأجهزة التـكييف، ويؤدى إلى توفير مـادى صافى ومباشر. وبالنـسبة للمجتمع ككل فـإنها قد تساعد أيضاً على الإدراك مـسبقاً بالتكلفة الأساسـية لإنشاء مصنع جـديد لتوليد الطاقة. وقد اقـترحت إحدى الدراسات فى تايلاند، أن العشـرة ملايين دولار اللازمة لإنشاء مصنع صـغير للنوافذ المـتطورة قد يسـتطيع ــ خلال الإنتاج فى السنـة الأولى فقط ــ إلى توفير كهـرباء كافية، تكفى للقضاء على فـكرة بناء مصنع للطاقة يتكلف 1.5 بليون دولار (74).

قد لا يوجد شخص استطاع استخـدام التقنيات المتكاملة الخاصة بالمناخ فى أشكال المبانى بالقرن العشرين مثلما استـخدمها المهندس المعمارى الماليزى كـيـن يينج Ken Yeang. فعند تصمـيمه لناطحات السـحاب فى المناطق الاستوائية الحـارة الرطبة بدأ فى توجيه تشييد مبـانيه بحيث تحصل على أقل حد ممكن من أشعة الشمس وتستأثر بأقصى قدر من النسمات الرطبة لتساعد على التـمتع بتهـوية طبيـعية. ثم اسـتخـدم مظلات تقى من أشعـة الشمس المباشرة ــ مع استخدام النبـاتات والزرع فى الشرفات والأفنية على مساحات أعلى من سطح الأرض. ومع استـخدام قنوات هوائية لسحب أكـبر قدر من الهواء المنعش داخل المسـاحات الداخلية للمبانـى. وكانت أمنية يانج إعطاء نموذج بديل للمهندسـين المعماريين وخاصة بالنسـبة لمن يعملون فى الدول الناميـة، والذين اعتادوا محـاكاة المعايـر السائدة للأبنية العـالية فى كل من شيكاغو أو نيويورك [75].

وعموماً، فإن استخدام التصميمات التى تراعى البيئة مع استخدام التكنولوچيا المتاحة فى الولايات المتحدة قد يخفض من استخدام الطاقة بمقدار 70٪ فى المبانى السكنيـة، ويخفض من الاستخدام الكلى للطاقـة بمقدار 60٪ فـــى المبانى التـجارية، وذلك طبقاً لتـقديرات العلماء فى المعمل الـقومى للطاقة المتجددة فى مدينة جولدن بولاية كولورادو [76].

ولكن الأمثلة الحاليـة تشير إلى تحفظات هذه التقـديرات. وقد استطاع اثنان

«إن زرع الأشجار حول المباني قد يؤدى إلى خفض الاحتياج إلى وسائل التبريد إلى ما يقرب من 30٪».

من الباحثين فى المعمل القومى للطاقة المتجددة خفض فاتورة التدفئة بمقدار 97.5 بالمقارنة بجيرانهم وذلك باستخدام التوجيه الشمسى، والتخزين الحرارى، والمواد العازلة القوية. وليس بمستغرب أن المراكز الرئيسية لمعهد روكى ماونتن تحصل على تدفئتها عن طريق الشمس، والأشخاص، والأجهزة الموجودة بداخل المبنى، على الرغم من المناخ الجبلى القاسى الذى يسود هذه المنطقة [77].

ومما لاشك فيه أن التوفير المتوقع للطاقة فى باقى أنحاء العالم يعادل إلى حد كبير تقديرات المعمل القومى للطاقة المتجددة بالولايات المتحدة. وطالما أن المبانى تستخدم أثناء تشييدها ثلث الطاقة فى العالم، وتبلغ تكلفتها حوالى 400 بليون دولار سنوياً، فإن تخفيض هذا الاستخدام إلى النصف أو أكثر عن طريق التصميمات المناسبة للمناخ قد يقلل من نسبة التلوث الناتج عن استخدام الطاقة فى العالم إلى السدس، بجانب توفير ما يقرب من 200 بليون دولار سنوياً. ومما يزيد من غرابة هذا الأمر السهولة التقنية لتحقيق ذلك لأن ذلك قد يتم فقط عن طريق تحريك النوافذ وإضافة مواد عازلة جديدة أو وسائل للتهوية [78].

وكما قال ونستون تشرشل: «نحن نحدد أنماط مبانينا، ولكنها فيما بعد هى التى تحدد أنماط حياتنا». إن أحد فوائد تشييد المبانى المناسبة للمناخ هى الطريقة التى تجعلنا نعتمد على الطبيعة مرة أخرى. إن المبانى المناسبة للمناخ قد تساعد على خلق أشخاص مناسبين للمناخ [79].

وقد صمم ويليام مكدونف William McDonough عميد مدرسة العمارة بجامعة فيرچينيا بمدينة تشارلوتسفيل، مركزاً للرعاية يوضح هذه النقطة. فالضوء الطبيعى فى النهار يستطيع أن يمتد على طول المبنى، مما يساعد على تزويده بمعظم ما يحتاجه من حرارة وضوء، ويسمح للأطفال بمتابعة الشمس وهى تتحرك عبر السماء كل يوم. وإذا ما ازدادت الحرارة داخل المبنى أو جاء موعد النوم فى القيلولة، فإن الأطفال أنفسهم يستطيعون جذب «المصراع» على النوافذ، وبالتالى، «وضع المبنى فى حالة نوم». وعلى هذا الأساس فإن تصميم المبنى يعد فى المقام الأول وسيلة تعليمية، فهى تعلم الصغار تقدير ما نسيه معظم المصممين: وهو العلاقة بين بيئة البناء والبيئة الطبيعية [80].

استخدام الآلات فى المعيشة

لخص لى كوربوسييه الرؤية التقليدية للمبانى فى القرن العشرين فى ما أطلق عليه «المنزل كآلة للمعيشة». فالأسلاك والمواسير وشبكة الأنابيب تمتد خلال الحوائط والأرضيات فى المبانى الحديثة لتشغيل الأجهزة ومدها بالطاقة، والماء، والهواء، والتخلص من القمامة والمخلفات. ومهما أدت هذه الأساليب إلى خسائر بيئية، فإن التخلص من هذه الميكنة التى تؤدى إلى الشعور بالرفاهية قد يقلل من الدور الوظيفى للمبانى. إذن فالتحدى هو رفع كفاءة هذه الميكنة بقدر المستطاع [81].

ولسوء الحظ، فإن التعقيدات الداخلية الخفية فى الميكنة قد تؤدى إلى مخلفات. ونظراً لأن النظام الآلى من الصعب رؤيته وفهمه، فكثيراً ما تحدث أعطال فى هذه الآلات يصعب إصلاحها. فعلى سبيل المثال، فإن معظم المنازل الجديدة فى الولايات المتحدة تفقد ما يقرب من 30٪ من الطاقة المستخدمة فى التدفئة والتبريد نتيجة تسرب الطاقة غير المرئى عبر الأنابيب غير المحكمة أو غير العازلة. كما ازدادت وشاعت الشكوى فى المبانى التجارية للأعطال غير الملحوظة والتى أدت إلى زيادة أرقام فواتير الطاقة. ولذلك فإن التحدى الأول لجعل النظم فى المبانى الحديثة أكثر كفاءة هو جعلها سهلة الاستخدام والصيانة والتركيب والإصلاح [82].

وبالإضافة إلى ذلك فإن التقنيات جيدة التصميم قد تزيد بشكل ملحوظ كفاءة المبنى. وليس أبلغ دليل على ذلك من تاريخ استخدام الإضاءة. فاللمبات ذات الضوء المتوهج تزيد بنسبة 10 إلى 1 فى كفاءتها عن اللمبات التى تعمل بالزيت، بجانب أنها تعطى ضوءاً مماثلاً فى جودته. ونتيجة لذلك زادت مبيعات اللمبات الفلورسنتية زيادة مذهلة فى السنوات الأخيرة وانتزعت 15٪ من سوق مبيعات اللمبات ذات الضوء المتوهج. وفى اليابان حيث يتكلف كيلووات / ساعة من الكهرباء 13 سنتاً، فإن متوسط صافى التوفير بالنسبة للمبة الواحدة يصل إلى 55 دولاراً. ولذلك فليس من المستغرب أن اللمبات الفلورسنتية تمثل 80٪ من الإضاءة المثبتة فى المنازل. كما ازدادت كفاءة اللمبات الفلورسنتية الموضوعة على حوامل، وأصبحت أكثر راحة للأعين.

ويرجع الفضل فـى ذلك إلى الصابورات الإلكترونيـة، والتثـبيتـات المكسوة بعاكس للضوء، والمفـاتيح الكهربية التى تشعر أوتوماتيكيـاً بمغادرة الشخص للحجرة. كما أن «إضاءة مكان العمل» مثل اللمبات البسيطة التى توضع على المكاتب يمكنها، أيضـاً، تقليل استخدام الطاقة، حـيث توضع الإضاءة فقط فى المكان الذى يحتاجه الشخص [83].

وفوق ذلك، فإن الأجهزة المنزلية والأدوات الثابتة مثل الأفران، والحمامات، وأجهـزة التكيـيف، قد ازدادت كـفاءتهـا فى السنين الأخيـرة. فاسـتخـدام الكهرباء، على سبيل المثال، فى الثلاجات فى الولايات المتحدة قد انخفض بنسبة 60٪ بين عامى 1972 و 1993، وذلك بفضل المواد العازلة الأفضل، والمحـركات الكهربيـة التى تعمل بكفـاءة أكبر، بجـانب بعض التحـسينات البسيطة الأخرى. فقد تم صنع موديل حديث فى عام 1994 يستخدم كهرباء أقل بنسـبـة 30٪ وبدون الكلوروفلوروكـاربون الذى يؤدى إلى استنفاد طبـقة الأوزون. كما أن المراحـيض والأدشاش الجديدة تستطيع خفض كـمية الماء المستخـدمة إلى النصف. وقد تؤدى التقنيات المحتـمل ظهورها من المعامل خلال العشر سنوات القـادمة إلى خفض استخدام الطاقة والمـياه فى الأجهزة فى الولايات المتحدة إلى ما يقرب من 25٪. (انظر جدول 3). وبالإضافة إلى ذلك فإن المبانـى المتضمنة لأجهزة التكييف، فـإن أى مكسب فى كفاءة الطاقة يعـنى ربحاً إضافـياً، طالمـا أنه كلما قل استـخدام الأجـهزة والآلات للطاقة، كلـما انخفض توليـد الحرارة، ممـا يؤدى إلى توفيـر كل من الطاقة

جدول 3: استخدام الموارد فى الأجهزة الحديثة والأصلية فى الولايات المتحدة فى أوائل التسعينيات، بالمقارنة بمتوسط الأجهزة المباعة فى عام 1985

التقنية	متوسط المبيعات فى أوائل التسعينيات	أفضل المبيعات فى أوائل التسعينيات	النماذج الأصلية
	(التخفيض بالنسبة المئوية [1])		
كهرباء			
ثلاجات	18	35	55 - 82
أجهزة تكييف مركزية	5	45	52 - 59
سخانات المياه	6	66	71 - 77
غاز الوقود			
الأفران	8	23	23
سخانات المياه	8	20	36
مواقد الطبخ	20	40	60
الماء			
المرحاض	54	100 [2]	100 [2]
الدش	38	50	63

(1) يشير إلى التخفيض فى استخدام المورد بالمقارنة بمتوسط الأجهزة المعروضة للبيع عام 1985 (2) لا تستخدم المياه فى التخلص من أو حرق مخلفات المراحيض.

المصدر: Howard S. Geller, "Energy-Efficient Appliances: Performance Issues and Policy Options," IEEE Technology and Society Magazine, March 1986'; Mark D. Levine et al., "Electricity End-Use Efficiency: Experience with Technologies, Markets, and Policies Throughout the World," American Council for an Energy-Efficient Economy (ACEEE), Washington, D.C., 1992'; John Morrill, ACEEE, Washington, D.C., private communication, May 21, 1993"; Steven Nadel et al., "Emerging Technologies in the Residential & Commercial Sectors," ACEEE, Washington, D.C., 1993'; Amy Vickers, "Water-Use Efficiency Standards for Plumbing Fixtures: Benefits of National Legislation," Journal of the American Water Works Association, May 1990' Amy Vickers, Amy Vickers & Associates, Boston, Mass., private communication, September 6, 1994.

وتكاليف رأس المال الخاصة بأجهزة التبريد [84].

وقد استخدمت حديثاً شركة KBI، وهى شركة كبيرة ـ غير مستهدفة للربح ـ للمنازل فى الدنمارك، بعض التحسينات المماثلة لتطوير المبانى السكنية فى أحد الأحياء. فبجانب إضافة طابق آخر أعلى كل مبنى يتكون من ثلاثة طوابق، زودت جميع الشقق بأجهزة حديثة فعالة، بحيث أن إجمالى استخدام الطاقة والماء ظل كما هو بدون زيادة (إن زيادة 33٪ من مساحة الأرضية يتبعه أيضاً استخدام أقل من المواد التى تستخدم فى المبانى الحديثة، كما أن التكلفة تقل إلى ثلثى التكلفة للمتر المربع) [85].

وتستطيع المبانى أثناء استخدام الطاقة والماء بأسلوب أكثر كفاءة، توصيل أجهزة وإمدادات متجددة فى الموقع نفسه. فسخانات المياه الشمسية توفر طريقة بسيطة للحصول على ماء دافئ فى موقع البناء بدون حرق وقود حفرى أو انشطار للذرة. وقد أصبح هذا الأسلوب شائعاً فى ولاية كاليفورنيا، وولاية فلوريدا، واستراليا فى أواخر هذا القرن قبل انخفاض سعر الوقود الحفرى، وبعد الحرب العالمية الثانية، وبعد حظر البترول العربى عام 1973. وهناك ما يزيد عن 900,000 وحدة شمسية فى إسرائيل لتدفئة 83٪ من المياه المنزلية. كما وصلت الوحدات الشمسية ـ فى اليابان ـ إلى 4.5 مليون وحدة حتى عام 1992. كما أن سكان جابورونى عاصمة بوتسوانا زودوا مساكنهم بما يزيد عن 3000 سخان شمسى للمياه، حلت محل

«هناك ما يزيد عن 900,000 وحدة شمسية فى إسرائيل لتدفئة 83٪ من المياه المنزلية».

ما يقرب من 15٪ من احتياجات الكهرباء فى المساكن. كما تستخدم كولومبيا حوالى 30,000 وحدة، وكينيا 17,000 وحدة، وهولندا 10,000 وحدة [86].

وتستطيع المبانى توفير كهربتها بدون إنتاج غاز ثانى أكسيد الكربون أو أى مخلفات نووية. فالخلايا الشمسية الكهروضوئية تنتج الكهرباء مباشرة من ضوء الشمس بدون أجزاء متحركة. ومع استخدام التطورات التكنولوچية، بجانب استخدام الأساليب الفنية للإنتاج بالجملة، انخفضت تكلفة الكهرباء الناتجة من الخلايا الشمسية بنسبة تصل إلى أكثر من 90٪ منذ عام 1980 [87].

ومع استمرار انخفاض أسعار الخلية الشمسية فإن دمجها مباشرة فى واجهة أو سقف المبنى بدلاً من لصق ألواح شمسية منفصلة، أصبح من الممكن تعميمه فى القريب العاجل. وقد استطاعت، فلاخجلاس Flachglas، وهى إحدى الشركات الألمانية الضخمة فى صناعة الزجاج، دمج الخلايا الشمسية فى النوافذ الزجاجية نصف الشفافة والتى تمد المكان بالضوء المرشح أثناء توليدها للكهرباء، مع تركيب عدة شبكات متسامتة متصلة تقليدية فى المبانى التجارية فى سبع مدن ألمانية. وفى نفس الوقت تجرى بعض الشركات فى اليابان، وسويسرا، والولايات المتحدة تجارب على أنواع جديدة من الخلايا الشمسية تعمل أيضاً كألواح أو قرميد لتغطية الأسقف. وفى ألمانيا الغربية، تستطيع الأسطح العلوية الكهروضوئية فوق المبانى الموجودة حالياً توليد ما

يقـــرب من 25٪ من الكهرباء الإقليمـية. وحتى بالنسبة للمملكـة المتحدة الملبدة بالغيوم فإن إمكانية إعادة كسو واجهات المبانى بالخلايا الشمسية يقدر بنصف مقدار الكهرباء على مستوى الدولة بأكملها [88].

وتحقيقاً لحلم مـؤيدى التصميم المتكامل، فقد دفع المـهندسون المعماريون الحدود التكنولوچية للجودة والكفـاءة بحيث تم ربط أجزاء الآلات والأجهزة فى المبانى بعد أن كانت مفككة ومنفصلة. وعلى سـبيل المثال، فإن المبانى تستطيع توفـير المياه، بعد إعـادة تدوير «المياه رمادية اللون» والمـعالجة من الأحواض والحـمامـات، واستـخدامهـا فى المراحـيض ــ وهو أسلوب زاد استخدامه فى الأقاليم التى تشح فيها المياه.

وتعطى المنازل مـحكمـة الهـواء مـثالاً آخـر للكفـاءة عن طريق الوصـلات الداخلية. وهم يعتمـدون عادة على أجهزة التهوية الآلية لـلمحافظة على نقاء الهواء داخل المبنـى. ولكن المشكلة التى تتعلق بهذه الأجـهزة هى أن الهواء الداخل فى فصل الشـتاء أكثر برودة من الهـواء الخارج، مما يؤدى إلـى فقد جزء من الـحرارة (والعكس فى فـصل الصيف). وهناك بعض المـصمـمين الذين يتجنبـون ذلك عن طريق إضافـة أجزاء لاستـبدال الحرارة إلى أجـهزة التهـوية والتى تعمل على استـخراج الدفء من مجـرى هوائى وتحريكه إلى مجرى هـوائى آخر. وباستخـدام هذا الأسلوب فإن المشروعـات الفائزة فى مسابقة «المنازل المتقدمة بكندا» تحتاج إلى القليل من التدفئة الصناعية، حتى

أن وجود سخان أصبح مجرد إضافة صغيرة لجهاز التهوية [89].

ومما لاشك فيه فإن زيادة المباني التي انخفضت فيها نسبة الإتلاف البيئي قد اعتمدت على التصميم المتكامل والأجهزة المتقدمة والمتطورة. وفي يوم ما، وعلى سبيل المثال، قد تستطيع العديد من المباني «المشاركة في توليد» كهربتها الخاصة، وحرق الغاز الطبيعي أو تجديد توليد الهيدروجين، بحيث يمكن استخدام الحرارة الناتجة من المخلفات في الموقع بدلاً من التخلص منها في الهواء أو الماء عن طريق مصنع كبير للطاقة يبعد كثيراً عن موقع البناء. ومثل هذا المولد الذي يوضع في أسفل المبنى قد يتكون من محرك صغير أو جهاز يعمل ببطارية ذات كفاءة عالية ويسمى خلية الوقود. وفي إمكان جهاز واحد تزويد المبنى بالتدفئة والماء الدافئ بجانب الطاقة للإضاءة وتشغيل الأجهزة والتهوية ووسائل التبريد [90].

أفضل للمعيشة، أفضل للعمل

إن التوفير في فواتير استخدام المنافع هي دائماً النتيجة العملية لتشييد المباني التي تعتمد اعتماداً كبيراً على الموارد. وبالرغم من أهمية هذا التوفير، إلا أن هناك اعتقاد متزايد في صناعة البناء بأن الفوائد الكاملة للتصميم البيئي أعظم بكثير. فالتصميم البيئي يمكن أن يزيد من قيمة الجودة التي يجب أن تكون عليها المباني، بحيث لا تصبح أسهل في اقتنائها فقط ولكنها أيضاً مريحة

ومبهجة وذات مواصفات صحية ـ تزيد من الإنتاجية عند العمل فيها، ومرغوبة للحياة داخلها. وإذا ترجمت هذه المفاهيم إلى قيمة دولارية فإن الزيادة فقط فى إنتاجية العامل أو الزيادة فى قيمة المنزل قد تزيد بكثير عن التوفير فى فواتير استخدام المنافع. (انظر الجدول 4).

ومن الواضح أن المطورين للمبانى السكنية قد تفهموا هذه الحقيقة أسرع من العاملين فى مجال التجارة. وبعد تشييد منزل دافيز بوقت قليل تم بناء مشروع رائد فى أواخر السبعينيات من هذا القرن أطلق عليه اسم منازل القرية Village Homes. وقد فضل مايكل كوربت Michael Corbett الذى أنشأ هذا المشروع تضييق الشوارع لحث الناس على المشى أو ركوب الدراجات بدلاً من قيادة السيارات، وجعلها تمتد من الشرق إلى الغرب حتى يمكنه تشييد المنازل فى اتجاه الشمس التى تمدها بأكبر قدر من التدفئة للمياه وأيضاً للمكان. وقد كانت قطع الأرض المحددة صغيرة الحجم، والمنازل متجمعة حول مساحات من الأرض المشاع. والأشجار ترمى بظلالها على الشوارع والمنازل أثناء فصل الصيف. وقد أعطى هذا التصميم لقاطنى هذه المنازل إحساساً بالاتصال بالطبيعة والود مع الجيران مما أدى إلى ارتفاع قيمة المنزل 12٪ أعلى من مثيله فى الأماكن القريبة [91].

وقد بدأت حديثاً محاولات لتقليد «منازل القرية Village Homes». ففى أواخر عام 1993، على سبيل المثال، بدأ كل من نيك مارتن Nick Martin

جدول 4: فوائد التصميم البيئى، أمثلة مختارة

مبنى تم تشييده خلال عام	الإجراءات التى اتخذت والتكلفة	الناتج (المكاسب السنوية)
مبنى رينو للبريد، رينو، نيفادا، 1986	تعلية درجة الإضاءة، وخفض ارتفاع الأسقف لتحسين كفاءة الإضاءة وجودتها بتكلفة تقدر بـ 300,000 دولار	50,000 دولار من الطاقة والصيانة؛ 500,000 من الإنتاجية
محطة بنسلفانيا للطاقة والإضاءة، اليتاون، بنسلفانيا، أوائل الثمانينيات	تعلية درجة الإضاءة وإعادة توجيه أماكن الإضاءة الثابتة فى مكاتب رسم المهندسين بتكلفة تقدر بـ 8,362 دولار	انخفاض بنسبة 75٪ فى الطاقة والصيانة؛ زيادة فى الإنتاجية بمقدار 42,240 دولاراً (13٪)
بنك هولندا الدولى، أمستردام، 1987	استخدم المبنى الجديد تصميماً فعالاً فى الإضاءة، والتدفئة، والتخلص من أجهزة التكييف، والنوافذ سهلة الاستخدام، والتخزين الحرارى، ونظام المشاركة فى توليد الطاقة، وتجنب المواد السامة، بتكلفة إضافية تقدر بـ 700,000 دولار	
المنازل الريفية، دافيز، كاليفورنيا 1981 - 1975	220 منزلاً مقسمة ومصممة للحصول على 50 - 76٪ من الحرارة عن طريق الشمس، حوافز لوسائل النقل غير الآلية، الصرف الطبيعى، المنازل تطل على مناظر طبيعية	12٪ أعلى من قيمة المنزل المتوسط
مبنى لوكهيد، 157 سنيفيل، كاليفورنيا، 1983	استخدم المبنى الجديد ضوء النهار الطبيعى، والإضاءة الفعالة، والحجرات المفتوحة لتشجيع التفاعل والتواصل بين العاملين، بتكلفة إضافية تقدر بـ 2 مليون دولار.	500,000 دولار من الطاقة، 2 مليون دولار (15٪) انخفاض فى نسبة التغيب، 15٪ زيادة فى الإنتاجية.
اسبرانزا ديل سول، دالاس، تكساس، 1994	مبانى سكنية جديدة لمحدودى الدخل، منازل ذات طاقة فعالة واستخدامات شمسية بتكلفة 13 دولار تضاف سنوياً إلى أقساط رهن العقار.	450 دولاراً من الطاقة

المصدر: Joseph J. Romm, Lean and Clean Management: How to Boost Profits and Productivity by Reducing Pollution (New York: Kodansha International, 1994)' Kim Hamilton, "Village Homes," In Context, Late Spring 1993'; Cynthia Martin, Coldwell Banker/ Doug Arnold Real Estate, Davis, Calif., private communication, February 7, 1995'; Burke Miller Thayer, "Esperanza del Sol: Sustainable, Affordable Housing," Solar Today, May/June 1994.

في نوتنجهام بانجلترا، وچون كلارك في فريدريكسبيرج بولاية فيرچينيا التخطيط لمباني تتناسب مع البيئة، وقبل البدء في الحفر توالت عليهم قوائم انتظار طويلة ممن يرغبون في الشراء [92].

وهناك مشروع في مدينة دالاس لمنازل لمحدودي الدخل يسمى اسبرانزا ديل سول Esperanza del Sol يستخدم الطاقة بكفاءة عالية حتى تصبح في متناول الجميع. وهذه المباني، مثل منزل دافيز، تحتوي على خشب أقل ومواد عازلة أكثر في الحوائط، مع تركيب نوافذ عازلة كبيرة تجاه الجنوب، وحوائط محكمة، بجانب بعض المواصفات الأخرى لتقليل استخدام الطاقة في التبريد بنسبة 30٪ وفي التدفئة بنسبة 60٪. ونظراً لأن المنازل تحتاج إلى أجهزة تكييف وأنابيب صغيرة لمرور الهواء، فإن صافي التكلفة الإضافية يصل إلى 150 دولار فقط لكل منزل، وإلى زيادة تصل إلى 13 دولاراً سنوياً على أقساط رهن العقار. وتتنبأ المصممة المعمارية باربرا هاروود بمشروعات BBH بمدينة كارولتون بولاية تكساس بانخفاض في فواتير الطاقة قد يصل إلى 450 دولاراً في السنة. وقد أضفى استخدام ضوء النهار والتهوية عالية الكفاءة جمالاً وراحة يفتقدها الكثير من المباني التي يزيد سعرها إلى الضعف [93].

ركز الباحثون بالجامعة الكاثوليكية بمدينة سنتياجو بشيلي على فكرة التصميمات المرنة التي يمكن أن تسمح بتشييد منازل صالحة للعائلات

محدودة الدخل. وقد استخدموا فى هذا النظام ثلاثة عناصر رئيسية يمكن أن يضمها القائمون بالبناء فى العديد من خطط التشييد. فالأعمدة حاملة الثقل على شكل T أو L تشكل أركان الحجرات وتتصل ببعضها البعض عن طريق ألواح حائطية خفيفة. وهذه القطع سهلة الاستخدام فى البناء ورخيصة التكلفة لإمكانية إنتاجها بكميات ضخمة، كما أنها شديدة التحمل لأنها مصنوعة من الأسمنت. وطالما أنه من السهل هدم هذه الحوائط فقد أصبح فى استطاعة الأسر إضافة حجرات جديدة وزيادة مساحة المنزل مع مرور الوقت وتنمية شخصية الفرد [94].

وربما من أكثر الأمثلة طموحاً فى تصميم منزل يراعى النواحى البيئية هو مشروع إيكولونيا Ecolonia الإسكانى والذى بدأته الحكومة فى هولندا. فقد تم فى عام 1992 بناء 101 منزل لتلبية المتطلبات الصارمة فى اختيار المواد، وكفاءة الطاقة، وجودة الهواء داخل المبنى، مع اتخاذ إجراءات إضافية فى كل ناحية من هذه النواحى. فبعضها يحتفظ بمياه الأمطار لملء خزانات المراحيض، وبعضها استخدم الطبقة العليا من التربة والتى تحتوى على العشب والجذور فى تغطية أسقف المنازل. كما استخدم الأسمنت المعاد تدويره وسخانات المياه الشمسية، والنظم المتكاملة للتدفئة والتهوية. وقد راعى المهندس المعمارى فى كل وحدة نوعية الطلاء والمواد المستخدمة لتجنب التلوث داخل المبنى [95].

ونظراً لأن منازل إيكولونيا كانت نوعاً تجريبياً رائداً فقد زادت تكلفتها بنسبة 10٪، ولكن المشترين، على أية حال، سارعوا فى شرائها، ومن الواضح أنهم سعداء بهذا الاختيار. وبالنسبة للكثير من الأشخاص فإن الفوائد الإضافية التى حصلوا عليها قد فاقت بكثير التكلفة الزائدة. ومع انتشار هذا الفكر الجديد فى التشييد فى هولندا فقد انخفضت أقساط التأمين إلى 5٪. وقد صرح أحد المعماريين الذين يعملون فى المشروع: «إننى أعتقد أنه خلال العشر سنوات القادمة سيصبح هذا الأسلوب هو النوع العادى فى البناء فى هولندا» [96].

وقد يحدث مثل هذا التغيير بصورة أسرع فى السويد حيث يوجد أحد أكبر ثلاثة من العاملين فى صناعة المنازل وهو چون ماتسون، الذى صرح عام 1994 بأنه من الآن فصاعداً لن يشيد سوى المبانى الصحية عالية الكفاءة. وقد قام عدد من صغار العاملين فى البناء بتشييد ما يقرب من 300 منزل فى العشر سنوات الأخيرة. وبالرغم من أن المنازل التى شيدت أولاً زادت تكلفتها زيادة طفيفة عن المنازل التقليدية، إلا أن هذه الفروق قد اختفت الآن ـ حتى قبل طرح مبلغ 1,600 دولار المعتاد الذى يتم توفيره سنوياً من الطاقة [97].

إن الفوائد التى تعود إلى الأسر من المنازل المناسبة للبيئة، تعود بنفس القدر على العاملين فى مكاتب تراعى البيئة المحيطة بها. ونظراً لأن المبانى الجيدة

تحتاج إلى قدر أقل من الميكنة فى التدفئة والتبريد وأنابيب أصغر للهواء، فإن المصممين يستطيعون تقليل المساحة الخفية بين الطوابق. وبالنسبة للمبانى العالية فإنها توفر علواً كافياً لإضافة طابق واحد لكل أربعة طوابق، مما يعطى المصمم 25٪ مساحة إضافية للتأجير أو للبيع فى مقابل بعض النفقات الضئيلة، وبالتالى يحقق المشروع ربح أكبر [98].

وقد تصبح هذه الفوائد العظيمة حقاً مكتسباً لساكنى العقار وليس لمصمميه. وقد أضفت المواصفات الجديدة مثل الضوء الطبيعى، والهواء الطلق، والأضواء التى يمكن ضبطها تبعاً لرغبة مستخدمها، جواً من البهجة وأعطت للعاملين فرصة أكبر للتحكم فى البيئة المحيطة لهم. وكنتيجة طبيعية لرضا العاملين، قلت نسبة تغيبهم وزادت إنتاجيتهم. وترتفع المرتبات فى المكاتب التقليدية بالولايات المتحدة ارتفاعاً ملحوظاً، حتى إذا زادت الإنتاجية بنسبة 2٪ فقط، فهى تساوى أكثر للشركة من مجرد تجاهل فواتير استخدام المنافع [99].

وقد أثبت فحص حديث أجراه چوزيف روم من إدارة الطاقة الأمريكية وويليام براونج من معهد روكى ماونتن، لثمانى مبانى، زيادة معدل الإنتاجية للعاملين فى هذه المبانى بنسبة تتراوح بين 16 - 6 فى المائة. وعلى سبيل المثال فإن انخفاض نسبة الغياب فى المراكز الرئيسية الجديدة لأحد البنوك أدى إلى توفير مليون دولار سنوياً تضاف فعلياً إلى قيمة التوفير فى الطاقة — وهو نمط ساد باقى المبانى الجديدة. وقد أدى استخدام ضوء النهار، وأزرار

الإضاءة التى تضعف من التيار الكهربى تدريجياً، وبعض الميزات الأخرى ــ عام 1983 فى أحد أبنية شركة لوكهيد بسانيفيل بولاية كاليفورنيا إلى خفض فواتير الكهرباء بمقدار 500,000 دولار سنوياً، والتى تغطى التكلفة الإضافية التى تبلغ 2 مليون دولار فى أربع سنوات. وبالإضافة إلى ذلك قفزت إنتاجية العاملين بنسبة 15٪، وهو ربح يقدر بما لا يقل عن 2 مليون دولار إضافى أو أكثر كل عام [100].

إن النجاح المثير لمثل هذه التطورات فى المبانى السكنية والمكتبية أوضح أن فى إمكانية التصميم البيئى إعطاء مساحة لمنشئى العقارات لتنافس لا حد له فى مجال التشييد والبناء. وبمجرد اتباع عدد كاف من المبتكرين لأسلوب التصميم التكاملى سيشعل شرارة التحول اللازمة لصناعة البناء والتى ستساعد على الحفاظ على هذا الأسلوب الذى يؤكد على ضرورة التفكير فى جميع جوانب عملية البناء والتى قد تؤدى إلى فوائد غير متوقعة. وقد علق مايكل كوربيت مبتكر مشروع «منازل القرية» مرة على أحد أعماله قائلاً: «قد تعرف أنك ماضياً فى الطريق السليم عندما تجد أن حلاً لأحد المشكلات قد أدى بالصدفة إلى إيجاد حلول أخرى لمشكلات أخرى» [101].

التصميم المعمارى لمبانى أفضل

بدأت صناعة البناء، فى أنحاء العالم، فى إدراك التأثيرات السريعة لمنتجاتها، واكتشاف علاج فعال ومتاح للتأثيرات الفعالة للتكلفة. وقد بدأ، بالفعل،

أحد المصممين الرواد فى استخدام وتسويق هذه البدائل، مما يُعد علامة مشجعة على التغيير.

81

وبالرغم من التغييرات السريعة التى طرأت على صناعة البناء، إلا أنه مازال الطريق طويلاً. وقد ازدادت المشكلات التى تسهم فيها هذه الصناعة سوءاً وبمعدلات سريعة وتباينت من مخاطر تغير المناخ، إلى تدمير مختلف الأنواع من الحيوانات والنباتات وساكنى هذا الكوكب. وتستطيع المؤسسات الكبرى مثل الحكومات، والعاملين فى مجال التربية، ومقدمى القروض الذين يعتمد عليهم سماسرة البناء للحصول على رأس المال ـ عند إدراكها لضخامة هذه المشكلات أن تلعب دوراً حيوياً فى حلها. ويجب عليهم عند وضع استراتيچية عملية ربط العديد من الترتيبات التى تشمل التشديد على قواعد ومعايير البناء، واتخاذ الخطوات العملية لتعليم المهنيين والجمهور، وخلق حوافز مادية تقدم للبناء الجيد.

وقد قامت الكثير من الحكومات بدور فعال فى قطاع البناء من خلال وضع قواعد تتضمن مقاومة المبانى للزلازل والنيران. وفى مدينة كوب باليابان، أدى تنقيح القوانين فى عام 1971 وعام 1981 إلى عدم ارتفاع الوفيات من زلزال عام 1995 أكثر من 5,000 قتيلاً، حيث انهارت أعداد قليلة فقط من المبانى الحديثة. وقد ظهرت أيضاً فى الأعوام العشرين الماضية قواعد جديدة فى استخدام المياه والطاقة، ومعايير للأجهزة والتى حددت، على سبيل

المثال، أدنى مستـويات العزل وأقصى معدلات استخدام المـياه. وقد طبقت ولاية كاليفورنيا عام 1978 قانوناً جديداً للطاقـة أدى إلى توفير 11.4 بليون دولار فى نفقات الطاقة حتى عام 1995، ومن المتوقع توفير 43 مليون دولار أيضاً مع حلول عام 2011. وقد امتدت قواعد البناء فى بعض البلدان لحماية جودة الهواء داخل المبانى. وقد وضع الاتحاد الأوروبى مـعايير مماثلة، كما أصدرت حكومة الـولايات المتحدة بعض القوانـين والتنظيمات المبـدئية عام 1994 (102).

إن وضع القواعد والمعـايير من الأمور الحيوية فى الدول الناميـة وخاصة بعد أن قفزت معـدلات استخدام الطاقة والمياه. وقـد اتبعت المكسيك، فى عام 1989، سيـاسة صارمـة فى استخدام الـمياه عند تركـيب الأنابيب الجديدة، وذلك ضمن برنامج لتقليل نسبة استخدام الفرد للمياه إلى السدس. وفى عام 1994 عندما واجـهت تايلاند تزايداً واضحاً وسـريعاً فى استهـلاك الكهرباء، أصدرت قانوناً لاستخدام الطاقة يماثل ما أصدرته الولايات المتحدة (103).

قد يكون من الصعب فـرض القوانين، وخاصة فى الدول النامـية التى تتصف بالحكومات الضعيفة. ومنذ عام 1986، على سبيل المثال، احتاجت الصين إلى شقق جديدة عالية الكفاءة بنسبة 30٪، وفى عام 1993 رفعت الحكومة مستوى هذه الكفاءة إلى 50٪. ولكن العاملين فى هذا المجال، والحكومات المحليـة أيضاً تجاهـلت هذا القانون. وحتى بالنسـبة للدول الغنيـة فإن هذه

القوانين قد يتم تجاهلها أحياناً مثلما حدث فى ديد كاونتى بولاية فلوريدا حيث أطاح بها إعصار اندرو [104].

وبالرغم من أهمية وضع القواعد والمعايير والقوانين إلا أنه نادراً ما تساعد على توعية المستهلكين أو تشجيع العاملين فى مجال البناء للخلق والابتكار بعيداً عن القواعد الثابتة، ولكنها شديدة الأهمية لتطوير سوق رائجة للبناء المرتبط بالبيئة على المدى الطويل. وكما يقول المعمارى راندولف كروكستون بمدينة نيويورك فإن أى مصمم معمارى يزعم بفخر بأن مبنى ما «يطبق جميع القواعد والمعايير» إنما يعترف بالفعل: «بأننى إذا شيدت هذا المبنى بصورة أردأ من ذلك فإن ذلك سيعد ضد القانون» [105].

من أهم الخطوات الأولى تجاه تغيير جذرى فى صناعة البناء هى تغيير القيم التى تمثلها كثقافة ما، والعملية التى تقوم بنقل هذه القيم وبالأخص عملية التعليم. ويحتاج الطلبة فى مجال العمارة والهندسة، بالأخص، إلى تعلم الاهتمام بكيفية إدارة هذه المبانى بعد تشييدها، وليس مجرد منظرها على منضدة الرسم. إن تقييم المبانى بعد شغلها ــ والتى نادراً ما تحدث فى هذه الأيام ــ يجب أن تصبح عملية روتينية، حتى يمكن للمصمم الحصول على تغذية استرجاعية من مستخدمى المبنى ومن المديرين، عن كيفية تأثير هذه المبانى على الناس، ومدى الرضا الذى يتمتعون به عند وجودهم داخلها. وبالإضافة إلى ذلك، فإن المدارس المتخصصة تحتاج إلى تعليم الطلبة

عمليات التصميم التكاملى المنظم داخلياً [106].

يجب أن تعمل الحكومة والشركات العاملة فى هذه الصناعة على توعية وتعليم المتخصصين فى هذا المجال. إن نجاح قانون الممارسة البيئى لعام 1994 والذى صدر فى المملكة المتحدة، قد شجع على وجود الكثير من المؤيدين فى العديد من الدول. وفى عام 1991 بدأ المعهد الأمريكى للمعماريين فى نشر «دليل الموارد البيئية Environmental Resource Guide»، لتغطية موضوعات الطاقة، واستخدام الأرض، والتقييمات التفصيلية لتأثير العديد من المواد، والذى يمد المتخصصين بموضوعات مفيدة وقيمة [107].

كما يحتاج الأمر أيضاً إلى مجهودات كثيرة لتعليم الجماهير لدفع اهتمامات المستهلك تجاه الأساليب والتقنيات البيئية والإسراع بنشر وتسويق هذه الاهتمامات تجارياً. وقد يكون لبعض المشروعات الكبرى مثل مشروع إيكولونيا والمراكز الرئيسية لبنك هولندا الدولى، تأثيرات مماثلة للتنافس بين المصممين، ولكن بتكلفة أقل نسبياً. وطبقاً لبعض المسوح القومية فإن مبنى البنك الهولندى الدولى يعد الآن من أشهر المبانى فى هولندا [108].

وقد بدأت بعض الدول فى تطبيق مشروعات مماثلة. وقد أعلن الرئيس بيل كلينتون فى «يوم الأرض» 1993، «تخضير البيت الأبيض». ومع أواخر عام

«بدأت الحكومة التايلاندية فى تشييد مبنى مكتبى سوف يستخدم طاقة أقل بنسبة 80٪ من المبانى الأخرى».

1994 اتخذ حوالى 50 إجراءاً يشمل الإضاءة وتطوير تركيبات المياه، بجانب خطوات إضافية للتخطيط للعشرين سنة القادمة. إن القيمة الحقيقية لمثل هذا المشروع ـ والتى يراها 1.5 مليون زائر سنوياً ـ هى أعظم بكثير من التوفير المباشر. وتطبيقاً لنفس المبدأ، أعلنت حكومة تايلاند عام 1994 إقامة مبنى للمكاتب يضم 25 طابقاً فى مدينة بانكوك ويستخدم 20٪ فقط من الطاقة المستخدمة فى مبنى تقليدى باستخدام تقنيات متقدمة فى التبريد مناسبة للمناخ الاستوائى [109].

بدأت مسابقات التصميم، التى تحث على إيجاد حلول مبتكرة، فى الانتشار فى جميع أنحاء العالم. واستمرت الحكومة الكندية فى تقليدها الخاص «بالمنازل المتقدمة» بجانب مسابقة جديدة للمبانى التجارية. وقد تم بناء ثلاثة من المشروعات الفائزة، والتى تستخدم فيها مواد ضعيفة التأثير، ونصف كمية الطاقة المطلوبة. وقد أقامت، أيضاً، الحكومات فى نيوزيلندة مسابقات، كما أقامت فرنسا أيضاً عدة مسابقات، سيتم فيها بناء 700 منزل من التصميمات الفائزة [110].

ولتوسيع انتشار هذه الأفكار الجديدة فى سوق البناء، استخدمت بعض الحكومات ومجموعات الصناعة نظم تقييم تطوعية. وقد بدأت حكومة المملكة المتحدة برنامجاً للتقييم عام 1991 يمنح جوائز للتصميمات التى تمتد إلى ماوراء متطلبات القواعد والقوانين ـ عن طريق توفير الطاقة

والمياه، أو تقليل التأثيرات البيئية المحلية. ومع حلول منتصف عام 1994 تم تقـييم أكثـر من 25٪ من المبانـى التجارية الجديدة، كمـا طورت الحكومة برامجاً لتـقييم وتقدير المبانى التـجارية القائمة والمنازل الجديدة. ويسـتخدم حاليـاً بعض سمـاسـرة العقـارات البريطانيـين معـايير بيئـية عـالية لتـسويق ممتلكاتهم [111].

بدأت بعض الحكومـات الأخـرى فى أوروبا، مـثل الحكومـة الفـرنسـيـة، والنرويجية، والأسبانيـة فى اتباع نظمهم الخاصة بالتقدير والتقـييم. وقد امتد نظام متطور فى الصناعة خـاص بالمبانى التجارية فى كولومبـيا البريطانية إلى أونتـاريو، حيث أبدت حكومـة إقليم كـويبك اهتمـامـها بهـذا النظام. ومن المتـوقع، فى الولايات المتـحدة، أن يبـدأ «مجلس المـبانى الخـضراء» ذو الاهتمامات غير التجارية عام 1995 بحملة لتقييم وتقدير المبانى التجـارية. وقد تتفاوت نظم التقييم، طبقـاً للإقـليم، فى البـلاد التى تتنوع فيـها الظروف الجـغرافـيـة والمـناخـية مـثل الـولايات المتـحـدة، مـمـا يعطى الفـرصـة للمنظمـات المحـلية للمسـاهمة فى هذا المجال. ومنذ عشر سنوات يوجـد، على سـبـيل المثــال، فى مدينة أوسـتن بولاية تكســاس، برنامـجـاً «للبناء الأخضـر» Green Building، والذى يقيِّم، ضمن أشيـاء أخرى، المنشآت السكنية [112].

إن التعريف هو أحد أنواع التقييم ــ فبدلاً من تصنيف المبانى، أصبح التقييم

ببساطة يعنى مجرد صلاحية أو عدم صلاحية المبنى. وفى عام 1980 بدأت الحكومة الكندية نظاماً تطوعياً للشهادات خاص بالمنازل ذات الكفاءة العالية فى استخدام الطاقة. وبالرغم من أن عدد المنازل التى خضعت لهذه الشهادات للحصول على رخصة الموافقة "R - 2000" لم تتعد 8000 منزلاً، إلا أن هذا البرنامج طور أسس التشييد عن طريق تسويق وترويج العديد من التقنيات الفعالة. وقد أضافت الحكومة فى عام 1994 بعض المتطلبات الأخرى على نوعية المواد عند اختيارها، ومصادر المواد السامة داخل المبنى. وعموماً فعلى مبتكرى نظم التقييم والتعريف أن يبدأوا فى مراجعة هذه النظم بعد تطور التفهم العلمى للمشكلات البيئية وظهور مواد وتقنيات جديدة فى الأسواق [113].

إن الدعم المالى من المؤسسات والهيئات هو أيضاً من الأمور الحيوية لتحول سوق البناء. فمعظم ملاك المبانى يشترون ممتلكاتهم عن طريق القروض والاعتمادات الائتمانية، ولذلك فإن البنوك، والمؤَمِّنين، وأصحاب القروض الآخرين قد يستطيعون التحكم بالفعل فيما يُبنى. وعادة ما ينظر أصحاب القروض إلى المشروعات المبتكرة بنوع من الحذر لخطورتها، ومن ثم تخضع هذه المشروعات لتأخيرات مكلِّفة أو معدلات فائدة عالية. ولكن، أدركت بعض البنوك أن المبانى ذات الجودة العالية والتى تعتمد بكفاءة على الموارد تحتفظ أكثر بقيمتها وتحقق لملاكها أرباحاً أكثر لدفع القروض

وتخفيض معدلات الفائدة للمنازل الحاصلة على شهادة "R - 2000" [114].

وفى الولايات المتحدة فإن «رهن العقـارات ذات الكفاءة فى استخدام الطاقة» والتى تقلل من متطلبات الدخل على المنازل ذات الكفاءة فى استخدام الطاقة أصبحت مـتاحة ــ منذ أكثـر من عشر سنوات ــ من خـلال وكالات القرض الفيدراليـة أو التابعة للولاية، وأيضاً عن طريق البنوك الـخاصة. وعلى الرغم من ذلك فإن معظم الهيئات والمؤسسات المالية الأمريكية تتجنب بشدة القيام بأية تغـييرات ملحـوظة فى هذا المجـال. أما فى السـويد فقد أقـدمت على أسلوب مغـاير تماماً، وهو دعم القـروض للمنازل ذات الكفاءة فى استـخدام الطاقـة لمـدة 20 عاماً، ممـا يفسر إلى حد ما أسبـاب وصول صناعة البناء السويدية إلى مثل هذا المستوى العالى من الكفاءة. وفى أوائل عام 1995، أعلن أكبـر البنوك السويدية فى مـجال المنازل وهو بنك Hypoteksbanken أنه تكبـد خسائـر فادحة مـما يطلق علـيه «متـلازمة البناء المـريض»، وعن تخطيطه لإعطاء قروض مالية فقط للمبانى «الخضراء». ولنفس السبب أيضاً، بدأت، أيضاً، شركات التأمين فى مكافأة المـبانى الصحية عن طريق تخفيض أقساط تأمين تغطية الدين [115].

يجب على المؤسســات المالية متعددة الجنسيـات والتى يرأسها البنك الدولى مساعدة الـدول النامية على تدعيم رؤوس الأموال المتـزايدة فى مجال البناء. فالبنك يقـوم، سنوياً، بمنح قروض تصل إلى مئـات الملايين من الدولارات

«أعلن أكبر البنوك السويدية فى مجال تشييد المنازل عن تخطيطه لإعطاء قروض مالية، فقط، للمبانى «الخضراء»».

إلى أوروبا الشرقية والدول النامية لمشروعات تتعلق بالإسكان. وقد أكدت حالياً على تحسين النظام المؤسسى فى الهيئات التى تعمل فى مجال الإسكان، وذلك لإزالة العوائق الخاصة بتشييد المنازل، ومد المدن الجديدة والتى تنتشر بسرعة بالمياه الكافية والخدمات الصحية. ولكن بدأ البنك حديثاً، من خلال مجهوداته لضمان الخدمات الأساسية، فى وضع إجراءات محددة لتحسين كفاءة الطاقة والمياه (116).

وتستطيع الجهات المعنية بالخدمات الخاصة بالكهرباء، والغاز الطبيعى، والمياه أن تلعب دوراً حيوياً لضمان الكفاءة فى استخدام الموارد الطبيعية، من أجل خفض الإنفاق على الوقود والطاقة الجديدة، ومعامل معالجة المياه. وتعطى بعض الجهات المعنية بالكهرباء تخفيضاً لملاك المبانى لتطوير الإضاءة، والأجهزة الكهربية، والنظم الآلية. ولكن تستطيع هذه الجهات أيضاً أن تكون أكثر نشاطاً إذا استهدفت تشييد المبانى الجديدة. ومن الإجراءات التى يمكن اتخاذها، وضع نظام «تخفيض الرسوم» الذى يفرض رسوماً على المنشآت ذات الكفاءة المحدودة فى استخدام الطاقة والمياه، واستخدام هذه الرسوم لمكافأة مصممى المبانى ذات الكفاءة العالية فى استخدام الطاقة. وتحاول القليل من الجهات المعنية بالخدمات فى أمريكا الشمالية باستخدام طريقة مماثلة، لمساعدة مشترى المنازل فى دفع جزء مقدم عن شراء أحد المنازل الجديدة ذات الكفاءة العالية فى استخدام الطاقة. وقد اعتاد مقدمى العطاءات فى مجال الطاقة بمقاطعة نيو برنسويك

New Brunswick على تخـفيض أو إعـادة جـزء من المـدفوعـات للمنازل الحاصلة على شـهادة "R - 2000". وهو أحد الأسـباب التى أدت إلى بناء 20٪ من المنازل الحديثة فى هذه الـمقاطعة ــ وهذا يُعد أكبـر المعدلات فى كندا. وكـانت شركـة Ontario Hydro تقدم تخـفيضـات أو تعيـد جزء من المدفـوعات لفرق التـصميم من أجل تخـفيض اسـتـخدام الطاقة فى المـبانى الجديدة، كمـا كانت تمدهم بأموال إضافـية عند تحقيق التـوفير المطلوب، ولكن اضطرت إلى وقف هذا البرنامج بعد مـواجهتها لمشكلات مـالية. كما تستطيع أيضاً الجهات الـخدمية الخاصة بالمياه والطاقة القـيام بالتفتيش دورياً على المنازل، وفـحص السـخـانات والأجهـزة غـير الصـالحـة، والأنابيب والمواسير المرتشحة [117].

وتستطيع الحكومات إقامة علاقـات بناءة مع صناعة البناء بمجرد وصول هذه المنافع إلى عمليـة البناء. ومن العواقب الناتجـة من تفتيت عـملية البناء فى معظم اقتصـاديات السوق هو عدم الاستقرار المالى لدى الشركـات المعمارية والهندسية والإنشائية، والذى يعوق إمكانياتها فى الاستمار فى مجال البحث والتنمية. وقد اتجه إنتاج بعض العناصر الرئيسية مثل النوافذ وقرميد الأسقف إلى التركيز أكثر، مما أدى إلى استمرار عملية الابتكار والتجديد بخطى ثابتة. وكانت النتيجة، على سبيل المثال، منزل مجهز بنوافذ جديدة متقدمة وحوائط مرتشحة. إن عملية البحوث تحتاج ليس فقط إلى تقنيات حديثة بل أيضاً إلى أساليب جديدة لإجـراء عملية تكامل بينها. وتنفق الحكومـة السويدية أموالاً

أكثر من معظم البلدان على بحوث البناء، مما يُعد سبباً آخر فى تمتع المنازل هناك بالكفاءة العالية فى استخدام الطاقة [118].

91 وقد بدأت الوكالة الأمريكية للحماية البيئية مجموعة من المشروعات التطوعية المبتكرة لحث رجال الأعمال على تحسين خدماتهم فى مجال المنافع. وتعمل هذه المشروعات على تصفية وجمع المعلومات عن التقنيات الحديثة، وتقديم الوسائل للتنبؤ باقتصاديات انتشارها فى بعض المواقف المعينة. إن برنامج «الأضواء الخضراء Green Lights» والذى يضم أكثر من 1,500 مساهماً حتى الآن سيقوم تدريجياً بخفض استخدام طاقة الإضاءة إلى حوالى النصف فى 5٪ تقريباً من مساحة الأرض التجارية فى الولايات المتحدة. وقد بدأ برنامج «مبانى نجمة الطاقة Energy Star Buildings» فى عام 1994 فى مساعدة مديرى المبانى، خلال سلسلة من الخطوات، على تحسين جودة الهواء وخفض استخدام الطاقة فى المبانى القائمة بنسبة 50٪ ـ وكلها ذات فعالية وتأثير على التكلفة [119].

يجب على الحكومات أيضاً تنفيذ إصلاحات أساسية فى السياسة المالية. وتقوم، حالياً، معظم الحكومات بتقديم الدعم بدلاً من فرض ضرائب، على التلوث واستخلاص الموارد. وتعطى الحكومة الأمريكية لصناعة المناجم تخفيضاً سنوياً فى الضرائب يعادل 500 مليون دولار. كما تصرف الحكومة الألمانية سنوياً مبلغ 4.9 بليون دولار لدعم صناعة الفحم بسعر يعادل أربعة

أضعاف السعر العالمى. ويتم حرق 36٪ من هذا الفحم لمد المبانى بالحرارة والطاقة. وقد أصــبح الدعم المالى للفحم وتنمية الطاقة المــائية من الأمراض المستوطنة فى البلاد النامية، حيــث انخفض متوسط سعر الكهرباء -- حيث يستخدم 30٪ منه فى المبانى ــ من 7.0 سنتات عام 1983 إلى 4.9 سنتاً خلال الخمس سنوات التالية فقط (120).

تحتاج الحكومــات إلي وقف هذا الدعم تدريجياً وإصلاح السياســة الضريبية بحيث يصل الاقتصــاد الحقيقى والتكلفة الاجتماعــية للاستنفاد والتلوث لمن يستـفيدون منهــا. فإذا اســتطاعت الحكومات موازنة هــذه الزيادات مع عمل تخفــيضات فى الضــرائب ــ على العمالــة على سبيل المــثال ــ فإن التــأثير الصافى قــد يكون إيجابياً، مع تقــديم حوافز فــورية للكفاءة والعمــالة. وقد تستــطيع الحكومات أيضــاً تخصــيص نسبــة صغيــرة من الأموال فى الــبحث والتنمية، للمساعدة على الإسراع فى توسيع دائرة التشييد والبناء الصحى، ذو الكفاءة العالية فى استخدام الموارد (121).

وربما لا يوجد بين بلدان العــالم مثل هولندا فى تحركها الســريع والفعال فى تشكيل برنامج واسع للمبانى. وتعد هذه الحملة الهولندية ضمن خطة الدولة القومــية لســياســة البيــئة National Environment Policy Plan (NEPP) والتى تم تطويرها عام 1993 بحيث تناولت منظوراً واسعاً من القضايا البيئية. ومن ضمن الأهداف الأولية لهذه الخطة والخــاص بالبناء المتواصل: تحسين

كفاءة الطاقة بنسبة 25٪ فى المبانى الحديثة والتى تم تجديدها مع بلوغ عام 2000، وذلك لزيادة إعادة استخدام وإعادة تدوير مخلفات التشييد والهدم من 60٪ عام 1990 إلى 90٪ عام 2000، ولخفض استخدام المواد السامة ــ مثل الدهانات المستخلصة من البترول ــ إلى النصف، والتخلص من استخدام المنتج غير المتواصل لأخشاب المنطقة الاستوائية [122].

عملت الحكومة الهولندية منذ عام 1990، مع المعماريين والمصممين، والمقاولين، وشركات البناء، وجمعيات قاطنى المبانى، لوضع خطة عملية تحقق أهداف الخطة القومية لسياسة البيئة NEPP. وتدير، حالياً، المنظمة غير القومية «جمعية العمارة البيولوچية المتكاملة Association for (VIBA) Integral Biological Architecture» مركزاً للمعلومات يحصل حالياً على دعم مالى من الحكومة؛ حيث تفيد هذه الجمعية بأن: حوالى 100 شركة تبيع مواد «خضراء» مرخصة بشهادة من جمعية VIBA وتقدم معلومات للقائمين بالبناء والمعماريين. كما دعمت الحكومة أيضاً تنفيذ مشروعات شديدة التخصص مثل مشروع إيكلونيا Eclonia. وبالإضافة إلى ذلك تطالب «الخطة القومية لسياسة البيئة» NEPP بفرض ضرائب على المواد الخام والتخلص من المخلفات لتشجيع إعادة تدوير مواد البناء وزيادة كفاءة استخدام الوقود والمياه [123].

إن التحدى، على مستوى العالم، الذى يواجه صانعو السياسة، والمربون،

وأصحاب الـقروض يماثل التحـدى الذى يواجهه العاملون فى مـجال البناء. ولن يستطيع إجـراء واحد منفرد، سـواء أكان إصلاحـاً ضريبيـاً أو تصميـماً شمسـياً، أن يعالج المشكلات الأساسـية فى المبانى الحـديثة، ولكن كل ما يحتاجه الأمر هو مجموعة واسعة من التغييرات فى الطريقة التى يمارسها كل شخص فى مجال الأعمال. ويستطيع المجتمع، مثل فريق التصميم التكاملى البدء فى عملية التغيير برغم صعوبة الطريق الذى سيسلكه، ولكنه يحتاج إلى فكر واضح عن المـصير الذى يتـجه إليه. إن الهـدف بسيط بحيـث يستطيع الجميع الموافقة عليه: وهو خلق منزل آمن لبنى البشر.

1. Figure of 90 percent from U.S. Environmental Protection Agency (EPA), Office of Air and Radiation (OAR), *Report to Congress on Indoor Air Quality, Volume II: Assessment and Control of Indoor Air Pollution* (Washington, D.C.: 1989). Where buildings are put can have as much impact on people's health and the environment—by increasing the need for motorized transportation—as how they are made and operated. For coverage of these issues, see Marcia D. Lowe, *Shaping Cities: The Environmental and Human Dimensions*, Worldwatch Paper 105 (Washington, D.C.: October 1991).

2. Quote from Marlise Simons, "Earth-Friendly Dutch Homes Use Sod and Science," *New York Times*, March 7, 1994.

3. Carbon dioxide concentration rise from H. Friedli et al., "Ice Core Record of the $^{13}C/^{12}C$ Ratio of Atmospheric CO_2 in the Past Two Centuries," *Nature*, November 20, 1986, and from Timothy Whorf, Scripps Institution of Oceanography, La Jolla, Calif., private communication, February 2, 1995; emissions share is a Worldwatch estimate, based on R.M. Rotty and G. Marland, "Production of CO_2 from Fossil-Fuel Burning" (electronic database) (Oak Ridge, Tenn.: Oak Ridge National Laboratory (ORNL), 1993), on G. Marland and T.A. Boden, "Global, Regional, and National CO_2 Emission Estimates from Fossil Fuel Burning, Cement Production, and Gas Flaring: 1950–1990" (electronic database) (Oak Ridge, Tenn.: ORNL, 1993), on Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD), International Energy Agency (IEA), *Energy Balances of OECD Countries 1960–79* (Paris: 1991), on OECD, IEA, *World Energy Statistics and Balances 1971–1987* (Paris: 1989), and on OECD, IEA, *Energy Statistics and Balances of Non-OECD Countries 1991–1992* (Paris: 1994).

4. United Nations (UN), *Monthly Bulletin of Statistics* (New York: various issues); Worldwatch estimate, based on UN, *Long-range World Population Projections: Two Centuries of Population Growth, 1950–2150* (New York: 1992).

5. Figure 1 and South Korea are from UN, *Yearbook of Construction Statistics* (New York: various years), from UN, *Construction Statistics Yearbook* (New York: various years), and from UN, *Monthly Bulletin of Statistics*, op. cit. note 4.

6. Figure 2 is from Lee Schipper and Stephen Meyers, *Energy Efficiency and Human Activity: Past Trends and Future Prospects* (Cambridge, U.K.: Cambridge University Press, 1992), and from L. Schipper and C. Sheinbaum, "Recent Trends in

Household Energy Use Efficiency in OECD Countries: Stagnation or Improvement," in *Proceedings of 1994 ACEEE Summer Study on Energy Efficiency in Buildings* (Washington, D.C.: American Council for an Energy-Efficient Economy (ACEEE), 1994); Alan Thein Durning, *Saving the Forests: What Will It Take?* Worldwatch Paper 117 (Washington, D.C.: Worldwatch Institute, December 1993); Ahluwalia is from Mitchell Owens, "Building Small...Thinking Big," *New York Times*, July 21, 1994.

7. Robert Ornstein and Paul Ehrlich, *New World New Mind* (New York: Simon and Schuster, Inc., 1989).

8. Charles Smiler, "Building Energy Efficiency in Commercial and Investment Real Estate," unpublished manuscript, Real Estate Skills for the Environment, Montpelier, Vt.. undated; Amory B. Lovins, "Energy-Efficient Buildings: Institutional Barriers and Opportunities," Strategic Issues Paper, E SOURCE, Inc., Boulder, Colo., 1992.

9. Lovins, op. cit. note 8.

10. U.S. Congress, Office of Technology Assessment (OTA), *Energy Efficiency Technologies for Central and Eastern Europe* (Washington, D.C.: U.S. Government Printing Office (GPO), 1993); Yu Joe Huang, "Potential for and Barriers to Building Energy Conservation in China," *Contemporary Policy Issues* (California State University, Long Beach), July 1990.

11. Ajay Shanker, "Constructing Sustainable Houses in Hurricane Prone Florida," in Charles J. Kibert, ed., *Supplemental Proceedings of the First International Conference of CIB TG 16* (Gainesville, Fla.: University of Florida, 1994); "fastest-growing" from Patricia Gober, "Americans on the Move," *Population Bulletin*, November 1993; "thousands" is a conservative Worldwatch estimate, based on Shanker, op. cit. this note, and on Rod Miner, Center for Resourceful Building Technology (CRBT), Missoula, Mont., private communications, February 6, 7, and 10, 1995.

12. Matthys Levy and Mario Salvadori, *Why Buildings Fall Down* (New York: W.W. Norton & Company, 1992); Michael Melkumian, World Bank, Yerevan, Armenia, private comminication, December 21, 1994.

13. Gober, op. cit. note 11; Stewart Brand, *How Buildings Learn: What Happens After They're Built* (New York: Viking Penguin, 1994).

14. Brand, op. cit. note 13.

15. Urs Morf, "Modernization and Nostalgia in Beijing," *Swiss Review of World Affairs*, September 1994.

16. OTA, *Building Energy Efficiency* (Washington, D.C.: GPO, 1992); description of U.S. and Swedish factories from Lee Schipper, Stephen Meyers, and Henry Kelly, *Coming in From the Cold: Energy-Wise Housing in Sweden* (Cabin John, Md.: Seven Locks Press, 1985).

17. John Picard, Environmental Enterprises, Inc., Marina del Rey, Calif., private communication, July 26, 1994.

18. The Internationale Nederlanden (ING) Bank was called the Nederlandsche Middenstandsbank (NMB Bank) until 1991; ING Bank, "Building with a Difference: ING Bank Head Office," Amsterdam, undated; Bill Holdsworth, "Organic Services," *Building Services*, March 1989.

19. Brenda Vale and Robert Vale, *Green Architecture: Design for an Energy-conscious Future* (Boston: Bulfinch Press, 1991); William Browning, "NMB Bank Headquarters," *Urban Land*, June 1992; Rob Vonk, ING Bank, Amsterdam, private communication, March 25, 1994.

20. Francis Duffy, "Measuring Building Performance," *Facilities*, May 1990, cited in Brand, op. cit. note 13.

21. Brand, op. cit. note 13.

22. Ibid.; Pei's preference for fixed uses from Carter Wiseman, *I.M. Pei: A Profile in American Architecture* (New York: Henry N. Abrams, Inc., 1990).

23. Brand, op. cit. note 13.

24. National Audubon Society and Croxton Collaborative, Architects, *Audubon House: Building the Environmentally Responsible, Energy-Efficient Office* (New York: John Wiley & Sons, 1994).

25. John Bennett, *International Construction Project Management: General Theory and Practice* (Oxford: Butterworth Heinemann, 1991).

26. Hideo Imamura, Shimizu Corporation, Tokyo, private communications,

January 5, 1995, and February 1 and 2, 1995; Yasuyoshi Miyatake, Executive Vice President, Shimizu Corporation, "Sustainable Construction," speech given at the First International Conference of CIB TG 16, Tampa, Fla., November 7, 1994.

27. Germany from Varis Bokalders, Royal Institute of Technology, Stockholm, private communication, February 2, 1995; "Mainstream Architects Going Green," *Environmental Building News*, January/February 1995; S.P. Halliday, *Environmental Code of Practice for Buildings and Their Services* (Bracknell, U.K.: Building Services Research and Information Association (BSRIA), May 1994); Zoe Crawford, BSRIA, Bracknell, U.K., private communication, July 25, 1994.

28. Paul Oliver, *Dwellings: The House Across the World* (Austin: University of Texas Press, 1987); Frank Lloyd Wright cited in Victor Papenek, "'Dwellings: The House Across the World'" (book review), *Earthword*, No. 5, 1994.

29. James Howard Kunstler, *The Geography of Nowhere* (New York: Simon & Schuster, 1993).

30. Vale and Vale, op. cit. note 19.

31. Christopher Alexander, *The Timeless Way of Building* (New York: Oxford University Press, 1979).

32. Figure of 40 percent is an extrapolation from U.S. data based on global data from Donald G. Rogich, U.S. Department of the Interior (DOI), Bureau of Mines (BOM), "Changing Minerals and Material Use Patterns," presented at the Annual General Meeting of the Academia Europaea, Parma, Italy, June 23–25, 1994, and on Bill Kelleher, National Stone Association, Silver Spring, Md., private communication, July 13, 1994; John E. Young, *Mining the Earth*, Worldwatch Paper 109 (Washington, D.C.: Worldwatch Institute, July 1992).

33. Daniel Edelstein, DOI, BOM, Washington, D.C., private communication, July 19, 1994; share of copper recycled excludes "new scrap," waste metal that factories send back to the copper mills for recycling, it never having reached the consumer, and is based on ibid.; Young, op. cit. note 32; Sandra Kraemer, "Material Changes in the Building and Construction Industry: Piping Applications," in DOI, BOM, *The New Materials Society: Materials Shifts in the New Society, Vol. 3* (Washington, D.C.: 1991); Nadav Malin and Alex Wilson, "Should We Phase Out PVC?" *Environmental Building News*, January/February 1994; Keith

Schneider, "E.P.A. Moves to Reduce Health Risks from Dioxin," *New York Times*, September 14, 1994; German position on PVC is from Lisa Finaldi, Greenpeace International, "PVC Debate Continues" (letter to the editor), *Environmental Building News*, November/December 1993; Rich Gilbert, American Public Health Association, Washington, D.C., private communication, August 15, 1994.

34. Sandra Postel and John Ryan, "Reforming Forestry," in Lester R. Brown et al., *State of the World 1991* (New York: W.W. Norton & Company, 1991); Steve Loken, "Materials for a Sustainable Building Industry," *Solar Today*, November/December 1991; Schipper, Meyers, and Kelly, op. cit. note 16; International Tropical Timber Association (ITTO), *Annual Review and Assessment of the World Tropical Timber Situation, 1990–1991* (Yokohama, Japan: 1992); Nancy Chege, "Roundwood Production Unabated," in Lester R. Brown, Hal Kane, and David Malin Roodman, *Vital Signs 1994* (New York: W.W. Norton & Company, 1994); D.O. Hall, King's College, London, private communication and printout, March 7, 1994.

35. Durning, op. cit. note 6; ITTO, op. cit. note 34.

36. Figure of 150 tons is a Worldwatch estimate, based on the minerals content of a typical U.S. home, from Aldo F. Barsotti, DOI, BOM, Washington, D.C., private communication and printout, July 13, 1994; refuse figure is from Stephen D. Cosper, William H. Hallenbeck, and Gary R. Brenniman, "Construction and Demolition Waste: Generation, Regulation, Practices, Processing, and Policies," Office of Solid Waste Management, University of Illinois, Chicago, 1993; Jane nard, Bureau of the Census, Suitland, Md., private communication, August 5, 1994; U.S. waste rates from Robert Brickner, Gershman, Brickner & Bratton, Inc., Falls Church, Va., private communication, August 23, 1994; European waste rates from Erik K. Lauritzen and Niels Jørn Hahn, "Building Waste—Generation and Recycling," *International Solid Wastes & Public Cleansing Association Yearbook 1991–1992* (London: Associated Publishing Group plc, undated), and from OECD, *OECD Environmental Data: Compendium 1993* (Paris: 1993).

37. Worldwatch estimate, based on National Audubon Society and Croxton Collaborative, op. cit. note 24, on U.S. Department of Energy (DOE), Energy Information Administration (EIA), *Annual Energy Review 1993* (Washington,

D.C.: GPO, 1994), and on Kelleher, op. cit. note 32.

38. Worldwatch estimates, based on OECD, *Energy Balances of OECD Countries 1960–79*, op. cit. note 3, on OECD, *World Energy Statistics and Balances 1971–1987*, op. cit. note 3, and on OECD, *Energy Statistics and Balances of Non-OECD Countries 1991–1992*, op. cit. note 3, with biomass estimates for developing countries from Hall, op. cit. note 34, and from OTA, *Energy in Developing Countries* (Washington, D.C.: GPO, 1991).

39. Worldwatch estimates, based on OECD, *Energy Statistics and Balances of Non-OECD Countries 1991–1992*, op. cit. note 3, on Hall, op. cit. note 34, on OTA, op. cit. note 38, on National Audubon Society and Croxton Collaborative, op. cit. note 24, on DOE, op. cit. note 37, and on Kelleher, op. cit. note 32.

40. Building's share of world water use is a Worldwatch estimate, based on Peter H. Gleick, "Water and Energy," in Peter H. Gleick, ed., *Water in Crisis: A Guide to the World's Fresh Water Resources* (New York: Oxford University Press, 1993), on OECD, *Energy Statistics and Balances of Non-OECD Countries 1991–1992*, op. cit. note 3, and on World Resources Institute, *World Resources 1994–95* (New York: Oxford University Press, 1994), and excludes water use for electricity production for manufacturing building materials; Sandra Postel, *Last Oasis: Facing Water Scarcity* (New York: W.W. Norton & Company, 1992).

41. Figure of 30 percent is from a 1984 World Health Organization committee report, cited in EPA, OAR, "Indoor Air Facts No. 4: Sick Building Syndrome," Washington, D.C., 1991; EPA, Office of Acid Deposition, Environmental Monitoring and Quality Assurance, *Indoor Air Quality in Public Buildings, Vol. I* (Washington, D.C.: 1988); National Audubon Society and Croxton Collaborative, op. cit. note 24.

42. David Mudarri, EPA, Indoor Air Division, private communication, Washington, D.C., July 15, 1994; William Fisk, Lawrence Berkeley Laboratory (LBL), Berkeley, Calif., private communication, July 15, 1994.

43. Nadav Malin, "Steel or Wood Framing: Which Way Should We Go?" *Environmental Building News*, July/August 1994; Nigel Howard, Davis Langdon Consultancy, London, private communication and printout, September 20, 1994.

44. Embodied energy of wood from Hall, op. cit note 34; poor suitability of wood in humid climates from Nadav Malin, Environmental Building News, Brattleboro, Vt., private communication, August 5, 1994.

45. Michael Moquin, "Adobe, Rammed Earth, & Mud: Ancient Solutions for Future Sustainability," *Earthword*, No. 5, 1994; European history from Brenda Vale, University of Nottingham, U.K., private communication, July 29, 1994; Marina Trappeniers, Craterre, Grenoble, France, private communication, September 6, 1994.

46. Jean Dethier, "A Back-to-the-earth Approach to Housing," *UNESCO Courier*, March 1985; Paul McHenry, University of New Mexico, Albuquerque, N.M., private communication, December 9, 1994.

47. Lynne Bayless, "Strawbale & Steel," *Earthword*, No. 5, 1994; David Bainbridge, "Plastered Straw Bale Construction: Super Energy Efficient and Economical," The Canelo Project, Canelo, Ariz., 1992; David Eisenberg, The Development Center for Appropriate Technology, Tucson, Ariz., private communication, February 22, 1995.

48. Rooney Massara, Stramit International, Suffolk, U.K., private communication, January 31, 1995; Michael Langley, Terra Verde, Austin, Tex., private communication, August 3, 1994; ecological cost is a Worldwatch estimate, based on ibid., on Ed Ayres, Worldwatch Insitute, Washington, D.C., private communication, February 13, 1995, and on Howard, op. cit. note 43.

49. National Audubon Society and Croxton Collaborative, op. cit. note 24; Steve Loken, CRBT, Missoula, Mont., private communication, August 10, 1994; Clint Good, Clint Good Architects, Lincoln, Va., private communication, February 6, 1995; Bokalders, op. cit. note 27.

50. Loken, op. cit. note 49; Miner, op. cit. note 11; Carl Weinberg, Weinberg and Associates, Walnut Creek, Calif., private communication, April 23, 1993.

51. Howard, op. cit. note 43; OTA, *Green Products by Design: Choices for a Cleaner Environment* (Washington, D.C.: GPO, 1992); Scott Gilliland, HDR Engineering, Omaha, Neb. (subsidiary of Bouygues, S.A., Paris), private communication, December 1, 1994.

52. Cosper, Hallenbeck, and Brenniman, op. cit. note 36; Tim Mayo, "Canada's Advanced Houses Program," in A.H. Fanney et al., eds., *U.S. Green Buildings Conference—1994* (Washington, D.C.: GPO, 1994); "Nova Scotia's Advanced House: The EnviroHome," Nova Scotia Department of Natural Resources, Halifax, undated.

53. Vale and Vale, op. cit. note 19; Mark Wachle, Recycled Materials Company, Colorado Springs, Colo., private communication, August 11, 1994; Sydney from "Bulletin Board," *NCS Bulletin* (IUCN Pakistan), Karachi, September 1992.

54. Carole Douglis, "Making Houses Out of Trash," *World Watch*, November/December 1993; Robert Noble, Gridcore Systems International, Carlsbad, Calif., private communications, July 8 and 29, 1994.

55. Amory Lovins, "Hot-Climate House Predicted to Need No Air Conditioner, Cost Less to Build," Tech Memo, E SOURCE, Inc., Boulder, Colo., November 1993.

56. Ibid.

57. Ibid.

58. Ibid.; Lance Elberling, Pacific Gas and Electric Company, San Ramon, Calif., private communication, January 30, 1995.

59. Richard G. Stein, *Architecture and Energy: Conserving Energy Through Rational Design* (New York: Anchor Press, 1977); Stanley Schuler, *The Cape Cod House* (Exton, Pa.: Schiffer Publishing, Ltd., 1982); Brent C. Brolin, *The Failure of Modern Architecture* (New York: Van Nostrand Reinhold Company, 1976).

60. Worldwatch estimate, based on U.S. data from DOE, op. cit. note 37, from DOE, EIA, *Monthly Energy Review September 1993* (Washington, D.C.: GPO, 1993), from DOE, EIA, *Annual Energy Outlook 1994* (Washington, D.C.: GPO, 1994), and from Mohammad Adra, DOE, EIA, Washington, D.C., private communication, March 7, 1994, and on global data from OECD, *Energy Statistics and Balances of Non-OECD Countries 1991–1992*, op. cit. note 3, from Hall, op. cit. note 34, and from OTA, op. cit. note 38.

61. Steven Ternoey et al., *The Design of Energy-Responsive Commercial Buildings* (New York: John Wiley & Sons, 1985).

62. Residential energy use statistics are based on energy use per degree day per square meter of home area, and are from Schipper and Meyers, op. cit. note 6, and from Schipper and Sheinbaum, op. cit. note 6.

63. "NUTEK's Programme for an Environmentally Adapted Energy System in the Baltic Region and Eastern Europe," Swedish National Board for Industrial and Technical Development (NUTEK), Stockholm, November 1994; Hans Nilsson, NUTEK, Stockholm, private communication, February 2, 1995.

64. David Olivier, "The House that Came in from the Cold," *New Scientist*, March 9, 1991.

65. *Health and Environment Digest* (Freshwater Foundation, Wayzata, Minn.), May 1993; James Woods, Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg, Va., private communication, August 9, 1994.

66. Figure 3 considers windows to be "advanced" if they include low-E coating or argon fill, and is based on K. Frost, D. Arasteh, and J. Eto, "Savings from Energy Efficient Windows: Current and Future Savings from New Fenestration Technologies in the Residential Market," LBL, Berkeley, Calif., April 1993, and on Karl Frost, LBL, Berkeley, Calif., private communication, January 31, 1995.

67. Frost, Arasteh, and Eto, op. cit. note 66; Joan Gregerson et al., *Space Heating Technology Atlas* (Boulder, Colo.: E SOURCE, Inc., 1993); Mayo, op. cit. note 52.

68. Donald R. Johnsen, Hella U.S.A., Grafton, N.H., private communication, November 22, 1994. The reasons for the divergence between North American and European approaches seems to be deeply cultural, and may include greater willingness on the part of Europeans to accept devices that require occasional manual operation, and to accept, because of their longer historical perspective, the somewhat longer financial payback periods for external shading systems compared to advanced windows.

69. Ken Butti and John Perlin, *Golden Thread: 2500 Years of Solar Architecture and Technology* (Palo Alto, Calif.: Cheshire Books, 1980).

70. Susan E. Owens, "Land Use Planning for Energy Efficiency," in J.B. Cullingworth, ed., *Energy, Land, and Public Policy* (New Brunswick, N.J.: Transaction Publishers, 1990); Michael B. Brough, "Density and Dimensional

Regulations, Article XII," *A Unified Development Ordinance* (Washington, D.C.: American Planning Association, Planners Press, 1985); Butti and Perlin, op. cit. note 69; Berlin from Paul Okamoto and Eric Saijo, "Ecological Site Design for Affordable Housing," *The Urban Ecologist*, No. 3, 1994.

71. Lindsay Audin et al., *Lighting Technology Atlas* (Boulder, Colo.: E SOURCE, Inc., 1994); Alicia Ravetto, "Daylighting Schools in North Carolina," *Solar Today*, March/April 1994; Audin et al., op. cit. this note.

72. Butti and Perlin, op. cit. note 69; Helena Norberg-Hodge, *Ancient Futures: Learning from Ladakh* (San Francisco: Sierra Club Books, 1991).

73. Ken Yeang, *Bioclimatic Skyscrapers* (London: Artemis, 1994); Stein, op. cit. note 59.

74. LBL and Sacramento Municipal Utility District, "Peak Power and Cooling Energy Savings of Shade Trees and White Surfaces: Year 2," LBL, Berkeley, Calif., April 27, 1993; Karen L. George, "Highly Reflective Roof Surfaces Reduce Cooling Energy Use and Peak Demand," Tech Update, E SOURCE, Inc., Boulder, Colo., December 1993; first year's production is for the 30-year service life of the windows, and is from Ashok Gadgil, Arthur H. Rosenfeld, and Lynn Price, "Making the Market Right for Environmentally Sound Energy-Efficient Technologies: U.S. Buildings Sector Successes that Might Work in Developing Countries and Eastern Europe," presented to ESETT '91: International Symposium on Environmentally Sound Energy Technologies and their Transfer to Developing Countries and European Economies in Transition, Milan, October 21–25, 1991.

75. Yeang, op. cit. note 73; Cathleen McGuigan, Stanley Holmes, and Maggie Malone, "Towers Rise in the East," *Newsweek*, July 18, 1994.

76. Doug Balcomb, National Renewable Energy Laboratory (NREL), Golden, Colo., private communication and printout, June 2, 1993.

77. Cecile M. Liboef and Craig Christensen, "The Minimum Energy House," *Solar Today*, January/February 1991; Vale and Vale, op. cit. note 19.

78. Figure of $400 billion is a conservative Worldwatch estimate, based on OECD, *Energy Balances of OECD Countries 1960–79*, op. cit. note 3, on OECD,

World Energy Statistics and Balances 1971–1987, op. cit. note 3, and on OECD, *Energy Statistics and Balances of Non-OECD Countries 1991–1992*, op. cit. note 3, and on OECD, IEA, *Energy Prices and Taxes, Third Quarter, 1992* (Paris: 1992).

79. Churchill quote is from Brand, op. cit. note 13.

80. Michael Wagner, "Tuning in Children," *Interiors*, March 1993.

81. Kunstler, op. cit. note 29.

82. David A. Jump and Mark Modera, "Energy Impacts of Attic Duct Retrofits in Sacramento Houses," in *Proceedings of 1994 ACEEE Summer Study*, op. cit. note 6; Woods, op. cit. note 65; stories of waste in commercial buildings from Frank Kensill, Institute for Human Development, Philadelphia, Pa., private communication, October 1991, and from Lee Eng Lock, Supersymmetry Services Pte. Ltd., Singapore, private communication, August 11, 1994.

83. Robert van der Plas and A.B. de Graaff, "A Comparison of Lamps for Domestic Lighting in Developing Countries," World Bank, Washington, 1988; M.D. Levine et al., "Electricity End-Use Efficiency: Experience with Technologies, Markets, and Policies Throughout the World," ACEEE, Washington, D.C., 1992; market share is a Worldwatch estimate, taking into account that compact fluorescents last 10 times as long as incandescents, based on Nils Borg, NUTEK, Stockholm, Sweden, private communication, February 10, 1995; $55 figure is a Worldwatch estimate of the net present value of the payback from replacing a 75-watt, 1,000-hour incandescent bulb with a 19-watt, 10,000-hour CFL, using a 3 percent annual real rate of return on five-year savings, a price of 75¢ for incandescent bulbs, and a residential electricity price for Japan from OECD, op. cit. note 78; 80 percent figure is from Leslie Lamarre, "Shedding Light on the Compact Fluorescent," *EPRI Journal*, March 1993; Audin et al., op. cit. note 71.

84. Brooke Stauffer, Association of Home Appliance Manufacturers, Washington, D.C., private communication, December 9, 1993; David Goldstein, Natural Resources Defense Council, San Francisco, Calif., private communication, June 20, 1993; Steven Nadel et al., "Emerging Technologies in the Residential & Commercial Sectors," ACEEE, Washington, D.C., 1993; Amy Vickers, "The Energy Policy Act: Assessing Its Impact on Utilities," *Journal of the American Water Works Association*, August 1993.

85. Erik Toxværd Nielsen, Toftegård, Herlev, Denmark, private communication, April 20, 1994.

86. Butti and Perlin, op. cit. note 69; Josef Nowarski, Division of Research and Development, Ministry of Energy and Infrastructure, Jerusalem, private communication, January 19, 1994; Eddie Bet Hazavdi, Energy Conservation Division, Ministry of Energy and Infrastructure, Jerusalem, private communication and printout, January 26, 1994; Solar System Development Association, "The Status of Solar Energy Systems in Japan," Tokyo, 1993; Botswana from Chris Neme, Memorandum to Mark Levine, LBL, Berkeley, Calif., March 28, 1992; Mario Calderón and Paolo Lugari, Centro Las Gaviotas, Bogota, Colombia, private communication, April 13, 1992; Kenya from Christopher Hurst, "Establishing New Markets for Mature Energy Equipment in Developing Countries; Experience with Windmills, Hydro-Powered Mills and Solar Water Heaters," *World Development*, Vol. 18, No. 4, 1990; E.H. Lysen, Netherlands Agency for Energy and the Environment (NOVEM), "Solar Energy in the Netherlands," presented to the IEA-SHCP National Programs Workshops, Sydney, Australia, May 4, 1993.

87. Cost of solar cells is from Paul Maycock, Photovoltaic Energy Systems, Inc., Casanova, Va., private communications and printouts, May 8, 1992, and December 20, 1993; for an expanded discussion on solar cells, see Christopher Flavin and Nicholas Lenssen, *Power Surge: Guide to the Coming Energy Revolution* (New York: W.W. Norton & Company, 1994).

88. Joachim Brenemann, "Energy Active Façades: Technology and Possibilities of Photovoltaic Integration into Buildings," Flachglas Solartechnik, Köln, Germany, undated; "Reference List," Flagsol, Flachglas Solartechnik Gmbh, Köln, Germany, January 14, 1994; Steven Strong, "An Overview of Worldwide Development Activity in Building-Integrated Photovoltaics," Solar Design Associates, Harvard, Mass., undated; western Germany from W.H. Bloss et al., "Grid-Connected Solar Houses," in *Proceedings of the 10th EC Photovoltaics Solar Energy Conference* (Dordrecht: Kluwer Academic Publishing, 1991); R. Hill, N.M. Pearsall, and P. Claiden, *The Potential Generating Capacity of PV-Clad Buildings in the UK*, Vol. 1 (London: Department for Trade and Industry, 1992); OECD, IEA, *Energy Policies of IEA Countries: 1991 Review* (Paris: 1992); examples assume a 25 percent capacity factor for photovoltaics.

89. Mayo, op. cit. note 52.

90. Keith G. Davidson and Gerald W. Braun, "Thinking Small: Onsite Power Generation May Soon Be Big," *Public Utilities Fortnightly*, July 1, 1993.

91. Kim Hamilton, "Village Homes," *In Context*, Late Spring 1993; John Tillman Lyle, *Regenerative Design for Sustainable Development* (New York: John Wiley & Sons, 1994); Cynthia Martin, Coldwell Banker/Doug Arnold Real Estate, Davis, Calif., private communication, February 7, 1995.

92. Brenda Vale and Robert Vale, University of Nottingham, U.K., private communication, September 15, 1994; John Clark, John A. Clark Co., Washington, D.C., private communication, July 12, 1994.

93. Burke Miller Thayer, "Esperanza del Sol: Sustainable, Affordable Housing," *Solar Today*, May/June 1994.

94. Guillermo Thenoux and Luis F. Alacón, "Reducing Waste and Site Construction Impacts in Housing Projects," in Charles J. Kibert, ed., *Proceedings of the First International Conference of CIB TG 16* (Gainesville, Fla.: University of Florida, 1994).

95. NOVEM, "Ecolonia: Demonstration Project for Energy-Saving and Environmentally-aware Building and Living," Sittard, The Netherlands, undated.

96. Simons, op. cit. note 2; Gonda van Hal, Association for Integral Biological Architecture, Den Bosch, The Netherlands, private communication, July 28, 1994.

97. Bokalders, op. cit. note 27.

98. Amory B. Lovins, "Designing Buildings for Greater Profit," presentation at the National Association of Home Builders, Washington, D.C., March 2, 1994.

99. Joseph J. Romm, *Lean and Clean Management: How to Boost Profits and Productivity by Reducing Pollution* (New York: Kodansha International, 1994).

100. Joseph J. Romm and William D. Browning, "Greening the Building and the Bottom Line: Increasing Productivity Through Energy-Efficient Design," in *Proceedings of 1994 ACEEE Summer Study*, op. cit. note 6.

101. Hamilton, op. cit. note 91.

102. Dennis Normile, "Quake Builds Strong Case for Codes," *Science*, Jaunary 27, 1995; savings for California energy code are net of incremental energy investments, assume no improvement would have take place without the codes in place, and are from Robert Schlichting, California Energy Commission, Sacramento, Calif., private communication, February 9, 1995; James Woods, Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg, Va., private communication, August 25, 1994; U.S. Department of Labor, Occupational Safety and Health Administration, *Federal Register*, April 5, 1994; Woods, op. cit. this note.

103. Mexico from Postel, op. cit. note 40; Soontorn Boonyatikarn, Chulalongkorn University, Bangkok, private communication, August 26, 1994.

104. Siwei Lang and Yu Joe Huang, "Energy Conservation Standard for Space Heating in Chinese Urban Residential Buildings," *Energy—The International Journal*, August 1993; Yu Joe Huang, LBL, Berkeley, Calif., private communication, September 26, 1994; Shanker, op. cit. note 11.

105. Randolph R. Croxton, "Foreword," in National Audubon Society and Croxton Collaborative, op. cit. note 24.

106. Infrequency of post-occupancy evaluations from Brand, op. cit. note 13.

107. Crawford, op. cit. note 27; Harry T. Gordon, "The American Institute of Architects Committee on the Environment," in Fanney et al., op. cit. note 52.

108. Vonk, op. cit. note 19.

109. The White House, Office on Environmental Policy (OEP), "The Greening of the White House: Phase I Action Plan," Washington, D.C., March 11, 1994; Brian Johnson, The White House, OEP, Washington, D.C., private communication, August 18, 1994; Boonyatikarn, op. cit. note 103.

110. "C-2000 Advanced Commercial Buildings Program," program literature, undated, Natural Resources Canada, Ottawa, Ont.; John B. Storey, "Eco-house: An Environment, User, Context Friendly Home," in Kibert, op. cit. note 94; Gilles Olive, Bureau d'Etudes Gilles Olive, Paris, private communication, November 23, 1994.

111. Building Research Establishment (BRE), "BREEAM/New Offices," Version 1/93, Garston, Watford, U.K.; John Doggart, ECD Partnership, London, private communication, July 28, 1994; BRE, "BREEAM/New Homes," Version 3/91, Garston, Watford, U.K.; BRE, "BREEAM/Existing Offices," Version 4/93, Garston, Watford, U.K.; Michael Scholand, "Buildings for the Future," *World Watch*, November/December 1993.

112. Doggart, op. cit. note 111; Roger Baldwin, BRE, Garston, Watford, U.K., private communication, August 15, 1994; Raymond Cole, University of British Columbia, "Building Environmental Performance Assessment Criteria (BEPAC)," in Fanney et al., op. cit. note 52; Craig Crawford, Green Workplace, Government of the Province of Ontario, Toronto, Ont., private communication, February 8, 1995; Tom Cohn, executive director, U.S. Green Building Council, Bethesda, Md., private communication, February 7, 1995; W. Lawrence Doxsey, "The City of Austin Green Builder Program," in Fanney et al., op. cit. note 52.

113. Gary Sharp, Post Harvest Developments, Inc., Ottawa, private communication, July 20, 1994.

114. Ibid.

115. Barbara Farhar and Jan Eckert, "Energy-Efficient Mortgages and Home Energy Rating Systems: A Report on the Nation's Progress," NREL, Golden, Colo., September 1993; Schipper, Meyers, and Kelly, op. cit. note 16; Lee Schipper, LBL, Berkeley, Calif., private communication, April 1, 1994; Bokalders, op. cit. note 27.

116. The World Bank, *Annual Report* (Washington, D.C.: various years).

117. Amory B. Lovins, "Negawatts for Development," Energy Efficiency Roundtable, World Bank, Washington, D.C., September 14, 1994; Gary Sharp, Post Harvest Developments, Inc., Ottawa, private communication, March 31, 1994; "R-2000 Reaches New Milestone," *R-2000 News Communiqué*, Energy, Mines, and Resources Canada, Ottawa, February 1993; David Grafstein, Ontario Hydro, Toronto, private communication, February 10, 1995.

118. Industry fragmentation from United Nations Economic Commission for Europe, *Annual Bulletin of Housing and Building Statistics for Europe* (New York: 1992); Schipper, Meyers, and Kelly, op. cit. note 16.

119. Robert Kwartin, EPA, OAR, Washington, D.C., private communication, September 13, 1994; EPA, OAR, "Introducing...The Energy Star Buildings Program," Washington, D.C., November 1993; Chris O'Brien, EPA, OAR, Washington, D.C., private communication, March 9, 1994.

120. U.S. Congress, Subcommittee on Natural Resources, Committee on Oversight and Investigations, "Taking from the Taxpayer: Public Subsidies for Natural Resource Development," April 1994; Judy Dempsey, "Decision Time Looms for German Energy," *Financial Times*, February 9, 1995; Worldwatch estimate, based on OECD, *Energy Balances of OECD Countries 1991–1992*, op. cit. note 3; Worldwatch estimate, based on OECD, *Energy Balances of Non-OECD Countries 1991–1992*, op. cit. note 3; World Bank, Energy Development Division, *Review of Electricity Tariffs in Developing Countries During the 1980's*, Industry and Energy Department Working Paper, Energy Series Paper No. 32 (Washington, D.C.: 1990).

121. Ernst U. Von Weizsäcker and Jochen Jesinghaus, *Ecological Tax Reform: A Policy Proposal for Sustainable Development* (London: Zed Books, 1992).

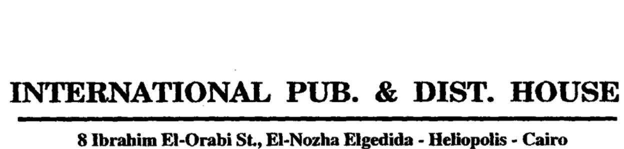
122. Ministry of Housing, Spatial Planning and the Environment (VROM), *The Netherlands' National Environmental Policy Plan 2* (The Hague: 1994); VROM, "Working with the Construction Sector," Environmental Policy in Action No. 2, The Hague, March 1994.

123. Van Hal, op. cit. note 96; VROM, "Working with the Construction Sector," op. cit. note 122; NOVEM, op. cit. note 95; VROM, *National Environmental Policy Plan*, op. cit. note 122.

A Building Revolution: How Ecology and Health Concerns Are Transforming Construction

David Malin Roodman & Nicholas Lenssen

Table of Contents



INTERNATIONAL PUB. & DIST. HOUSE

8 Ibrahim El-Orabi St., El-Nozha Elgedida - Heliopolis - Cairo
Tel.: 00 (202) 2990970 / 2993221 - Fax: 00 (202) 2990970
P.O.Box: 5599 Heliopolis West - Cairo - Egypt

124

WORLDWATCH PAPER

A Building Revolution:

How Ecology and Health Concerns Are Transforming Construction

By David Malin Roodman
and Nicholas Lenssen

هذا الكتاب

إن المبانى الحديثة، مثلها مثل أى نتاج فى الحضارة الصناعية تُعدّ إنجازاً عظيماً لا يمكن تقدير تكلفته. كما حققت هذه المبانى – فى الوقت الحاضر – حياة أسهل للكثير من بنى البشر، ولكن أسلوب تشييدها واستخدامها يعكس الكثير من الأضرار على البيئة ويهدد بتدهور صلاحية هذا الكوكب لسكنى الكائنات الحية.

الناشر

International Publishing & Dist. House
Cairo - Egypt

WORLDWATCH
INSTITUTE
Washington, DC USA

I.S.B.N. 977-282-028-5